TÜV RHEINLAND
ENERGIE UND UMWELT GMBH



Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung LasIR der Firma Unisearch Associates für die Komponente HF

TÜV-Bericht Nr.: 936/21216746/A
Köln, den 06. Oktober 2012

www.umwelt-tuv.de



luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen,
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung.
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 31-01-2013. DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
D- 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349

Leerseite



Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Unisearch Associates führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Eignungsprüfung der Emissionsmesseinrichtung LasIR für die Komponente HF entsprechend den Richtlinien für kontinuierliche Emissionsmessungen [1] und der Richtlinie DIN EN 15267-3 [4] durch.

Das Gerät wurde für den Einsatz an genehmigungsbedürftigen Anlagen und Anlagen der 27. BImSchV zur Emissionsüberwachung entwickelt.

Die Messeinrichtung LasIR arbeitet nach dem Prinzip der Infrarot Laser Spektronomie.

Die geprüften Messbereiche betragen:

Komponente	Zertifizierungs-bereich	zusätzlicher Messbereich			Einheit
		Messbereich 1	Messbereich 2	Messbereich 3	
HF	0 - 5	0 - 10	-	-	mg/m³

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen der DIN EN 15267-3 [4] erfüllt. Damit erfüllt das Messgerät auch die Anforderungen der QAL1 der DIN EN 14181 [6].

Seitens der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Emissionen für genehmigungsbedürftige Anlagen sowie Anlagen der 27. BImSchV vorgeschlagen.

Leerseite





Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung LasIR der Firma Unisearch Associates für die Komponente HF

Geprüftes Gerät:	LasIR
Hersteller:	Unisearch Associates
Prüfzeitraum:	November 2011 bis Oktober 2012
Berichtsdatum:	06. Oktober 2012
Berichtsnummer:	936/21216746/A
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Martin Schneider martin.schneider@de.tuv.com
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring peter.wilbring@de.tuv.com

Berichtsumfang:

Bericht:		107	Seiten
Anhang	ab Seite	108	
Handbuch	ab Seite	124	
Handbuch	mit	20	Seiten
Gesamt		144	Seiten

Leerseite

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

Messeinrichtung:
LasIR für HF

Hersteller:
Unisearch Associates, Concord, Kanada

Eignung:
für genehmigungsbedürftige Anlagen sowie Anlagen der 27. BImSchV

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungs-bereich	zusätzlicher Messbereich	Einheit
HF	0 - 5*	0 - 10	mg/m³

*Bezogen auf eine Messweglänge von 1,0 m

Softwareversion
4.76

Einschränkungen:
Keine

Hinweise:

1. Die Prüfung von HF kann mit trockenen Prüfgasen aus Druckgasflaschen und einer unbeheizten Prüfgasküvette durchgeführt werden.
2. Das Wartungsintervall beträgt vier Wochen.

Prüfbericht:
TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21216746/A vom 06. Oktober 2012

1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
Legende:	Mindestanforderung erfüllt Mindestanforderung nicht erfüllt Mindestanforderung nicht relevant	+ − x	29
Allgemeine Anforderungen			
5.1 Anwendung der Mindestanforderung Das Prüflaboratorium muss mindestens zwei identische Messeinrichtungen (AMS) prüfen. Alle geprüften AMS müssen die in diesem Dokument festgelegten Mindestanforderungen sowie die in den jeweiligen rechtlichen Regelungen festgelegten Anforderungen an die Messunsicherheit einhalten.	Während der Eignungsprüfung wurden zwei identische Messeinrichtungen geprüft. Die Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen sowie die geforderte Messunsicherheit.	+	29
5.2 Zu prüfende Bereiche Der Zertifizierungsbereich, in dem die AMS zu prüfen ist, muss durch Angabe der unteren und der oberen Grenze des Bereiches festgelegt werden. Der Bereich muss für die vorgesehene Anwendung der AMS geeignet sein. Der/Die Zertifizierungsbereich(e) und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen müssen im Zertifikat angegeben werden. Der Zertifizierungsbereich für optische in-situ-AMS mit variabler optischer Länge muss in Einheiten festgelegt werden, die sich als Produkt aus der Konzentration der Messkomponente und der optischen Weglänge ergeben.	Der Zertifizierungsbereich beträgt das 5-fache des Emissionsgrenzwertes für den Tagesmittelwert für Anlagen gemäß 17. BImSchV. Die Messeinrichtung ist in der Lage, das Mehrfache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches zu messen. Für die Komponente HF wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen sowie eine Aufstellung der zusätzlich aufgegebenen Querempfindlichkeitskomponenten befinden sich in den jeweiligen Unterpunkten in den Kapiteln 6b und 6c. Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches liegt für alle geprüften Komponenten bei Null. Der Zertifizierungsbereich beträgt 5,0 mg/m³ * m. Dies ergibt sich als Produkt aus der Konzentration der Messkomponente und der optischen Weglänge. Die während der Prüfung verwendete Weglänge betrug 1,0 m. Während des Feldtests betrug die optische Weglänge 7,0 m.	+	30
5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration Die Zertifizierung einer AMS gilt nur für das Prüfmuster, das die Eignungsprüfung durchlaufen hat. Nachfolgende Änderungen der Gerätekonfiguration, die Einfluss auf das Leistungsvermögen der AMS haben könnten, können dazu führen, dass die Zertifizierung ungültig wird.	Die durchgeführten Prüfungen wurden mit denen in Kapitel 3 ausführlich beschriebenen Messeinrichtungen durchgeführt. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht und im zugehörigen Zertifikat beziehen sich nur auf Messeinrichtungen, die den geprüften Prüfmustern entsprechen. Der Hersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderung an der Messeinrichtung mit dem Prüfinstitut abgesprochen werden muss und zu Nach- oder Neuprüfungen der Messeinrichtung führen kann.	+	33
5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien Prüflaboratorien müssen über eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17025 verfügen. Weiterhin müssen sie für die Durchführung der in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfungen akkreditiert sein. Prüflaboratorien müssen die Unsicherheiten der einzelnen in der Eignungsprüfung verwendeten Prüfprozeduren kennen.	Das Prüfinstitut TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 für Eignungsprüfungen (QAL1), Funktionsprüfungen (AST), Kalibrierungen (QAL2) und Emissionsmessungen bis zum 31-01-2013 akkreditiert.	+	34

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
Labortest:			
6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung Für die Prüfung müssen zwei vollständige baugleiche Messeinrichtungen vorhanden sein.	Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschließlich Analyseeinheit, Sende-Einheit, Empfangs-Einheit, Optisches Kabel, el. Datenkabel und Bedienungsanleitung.	+	35
6.2 CE-Kennzeichnung Der Hersteller muss einen nachvollziehbaren Nachweis erbringen dass die festgelegten Anforderungen eingehalten werden.	Das Zertifikat über die CE-Kennzeichnung lag dem Prüfinstitut vor.	+	37
6.3 Unbefugtes Verstellen Die Messeinrichtung muss über eine Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung verfügen.	Die Sicherung der Justierung ist durch einen Passwortschutz in der Bediensoftware gewährleistet.	+	38
6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage Die Messeinrichtung muss über einen Messsignalausgang mit lebendem Nullpunkt verfügen, so dass negative und positive Messsignale angezeigt werden können. Die AMS muss über eine Geräteanzeige verfügen, die das Messsignal anzeigt.	Der Anzeigebereich kann an der Messeinrichtung eingestellt werden. Der Nullpunkt liegt mit 4 mA bei 20 % des analogen Geräteausgangs. Die Messeinrichtung kann auch negative Messwerte ausgeben. Es können alle relevanten Grenzwerte (TAL, 13., 17. BImSchV und weitere) überwacht werden.	+	39
6.5 zusätzliche Messwertausgänge Die automatische Messeinrichtung muss über einen zusätzlichen Messwertausgang verfügen, der den Anschluss eines zusätzlichen Anzeige- und Registriergerätes erlaubt.	Ein zusätzlicher Signalausgang ist am Gerät vorhanden. Die Signalausgänge geben identische Messwerte aus.	+	40
6.6 Anzeige von Statussignalen Die automatische Messeinrichtung muss den Betriebszustand anzeigen. Weiterhin muss die AMS in der Lage sein, den Betriebszustand an eine Datenerfassungseinrichtung zu übermitteln.	Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben.	+	41
6.7 Verschmutzung optischer Grenzflächen Beruht das Messprinzip auf optischen Verfahren, so muss die Messeinrichtung eine Vorrichtung besitzen, die eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen vermeidet und / oder kompensiert.	Die AMS ist nicht mit einer Verschmutzungskompensation ausgestattet. Der Lichtlevel wird kontinuierlich überwacht. Bei Unterschreitung der gesetzten Grenzen wird ein Statussignal ausgegeben.	+	42
6.8 Schutzarten durch Gehäuse Geräte, deren Einbau auf belüftete Räume und Messschränke beschränkt ist, wo die Geräte vor Niederschlägen geschützt sind, müssen mindestens der Schutzart IP 40 entsprechen. Geräte, deren Einbau auf Orte mit Schutz vor Niederschlägen beschränkt ist, jedoch Niederschlägen aufgrund von Wind ausgesetzt sein können, müssen mindestens der Schutzart IP54 nach EN 60529 entsprechen. Geräte, die zur Verwendung in Außenbereichen ohne jeglichen Wetterschutz vorgesehen sind, müssen mindestens der Schutzart IP65 nach EN 60529 entsprechen.	Das Gerät entspricht der Schutzart IP 66 (Kanalmontierte Optikeinheit im Schutzgehäuse) sowie IP 40 (Steuer und Analyseneinheit).	+	43

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.9 Einstellzeit im Labortest Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 200 s, O_2: ≤ 200 s, für NH_3, HCl und HF: ≤ 400 s.	Es ergeben sich Einstellzeiten von kleiner 2 s mit feuchtem Prüfgas.	+	44
6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%.	Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt betrug 0,0 % vom Zertifizierbereich für HF.	+	46
6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%.	Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt betrug 0,4 % vom Zertifizierbereich für HF.	+	48
6.12 Lack-of-fit im Labortest Die Messeinrichtung muss ein lineares Signal liefern und die folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%.	Die relativen Residuen liegen bei maximal -1,20 % des Zertifizierungsbereichs.	+	50
6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift Der Hersteller muss eine Beschreibung der von der automatischen Messeinrichtung verwendeten Technik zur Ermittlung und Kompensation der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes liefern. Das Prüflaboratorium muss überprüfen, dass das gewählte Referenzmaterial, in der Lage ist, alle relevanten Änderungen der AMS-Anzeigewerte, die nicht auf Änderungen der Messkomponente oder Abgasbedingungen zurückzuführen sind, festzustellen. Die AMS muss die Aufzeichnung der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes erlauben. Falls die AMS in der Lage ist, Verschmutzungen automatisch zu kompensieren und eine Kalibrierung und Justierung der zeitlichen Änderungen des Null- und Referenzpunktes vorzunehmen, und diese Justierungen den normalen Betriebszustand der AMS nicht herstellen können, muss die AMS ein entsprechendes Statussignal ausgeben.	Eine Aufzeichnung der Null- und Referenzpunktdrift ist möglich und entspricht den Anforderungen der QAL3 nach EN 14181. Das Gerät ist nicht mit einer automatischen Driftkorrektur ausgestattet.	+	56
6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Null- und Referenzpunkt müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten: Gase: ≤ 5,0 %, O_2: ≤ 0,5 Vol.-%. Dies gilt für die folgenden Prüfbereiche der Umgebungstemperatur: • von -20 °C bis +50 °C für Einrichtungen mit Installation im Außenbereich; • von +5 °C bis +40 °C für Einrichtungen mit Installation in Innenräumen. Der Gerätehersteller darf größere Bereiche für die Umgebungstemperatur als die oben angegebenen festlegen.	Die maximale Abweichung im geprüften Temperaturbereich von -20 bis +50 °C beträgt 0,6 % vom Zertifizierungsbereich. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt 0,001.	+	57



Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.15 Einfluss des Probegasdrucks Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Referenzpunkt müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss des Probegasdrucks bei Änderung von 3 kPa über und unter dem Umgebungsluftdruck einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%.	Der Einfluss des Probegasdrucks lag bei max. 0,40 %.	+	59
6.16 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss des Probegasvolumenstroms einhalten, wenn der Probegasvolumenstrom in Übereinstimmung mit den Festlegungen des Herstellers geändert wird: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%. Die Unterschreitung der unteren Grenze des Probegasvolumenstroms muss durch ein Statussignal angezeigt werden.	Die Messeinrichtung arbeitet direkt im Abgaskanal. Aus diesem Grund ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.	X	61
6.17 Einfluss der Netzspannung Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss der Netzspannung einhalten, wenn die Versorgungsspannung der AMS von – 15 % vom Sollwert unterhalb bis +10 % vom Sollwert oberhalb des Sollwertes der Versorgungsspannung geändert wird: Gase: ≤ 2,0 %, O_2 : ≤ 0,2 Vol.-%. Die AMS muss den Betrieb bei einer Netzspannung, die den Anforderungen der EN 50160 entspricht, zulassen.	Die größte Abweichung beträgt am Nullpunkt 0,0 % und am Referenzpunkt 0,2 %.	+	62
6.18 Einfluss von Schwingungen Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt auf Grund von Schwingungen, die üblicherweise an industriellen Anlagen auftreten, müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss von Schwingungen einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%.	Beim Vibrationstest wurden keine Beeinträchtigungen der Messeinrichtung durch Vibrationen festgestellt.	+	64
6.19 Querempfindlichkeiten Der Hersteller muss jeden bekannten Störeinfluss beschreiben. Prüfungen für Störeinflüsse, die nicht auf gasförmige Störkomponenten zurückzuführen sind, oder Prüfungen für Gase, die nicht im Anhang B aufgeführt sind, müssen mit dem Prüflaboratorium vereinbart werden. Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Querempfindlichkeit am Nullpunkt und am Referenzpunkt einhalten: Gase: ≤ 4,0 %, O_2: ≤ 0,4 Vol.-%.	Die größte Abweichung beträgt für den Nullpunkt 0,0 % und für den Referenzpunkt 0,0 %.	+	73

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-Situ-AMS Bei Auswanderung des Messstrahls von optischen AMS müssen die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt die folgende festgelegte Mindestanforderungen für die maximal vom Hersteller erlaubte Winkelabweichung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %. Der Winkel muss mindestens 0,3° betragen.	Es wurde eine Verschwenkung von bis zu 0,5° überprüft. Die maximale Abweichung des Messsignals lag bei 0,75 % für die Komponente HF.	+	76
6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NOx Hersteller, die die Zertifizierung einer NOx-Messeinrichtung anstreben, müssen angeben, ob die Zertifizierung für die Messung von Stickstoffmonoxid (NO) und/oder Stickstoffdioxid (NO_2) gelten soll. Bei Verwendung eines Konverters muss dieser die folgende festgelegte Anforderungen an den Konverterwirkungsgrad einhalten: ≥ 95,0 %.	Bei der Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine NOx Messeinrichtung. Daher ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.	X	79
6.22 Responsefaktoren Für automatische Messeinrichtungen zur Messung von Gesamt-Kohlenstoff (TOC) müssen die Responsefaktoren im erlaubten Bereich (siehe Prüfpunkt) liegen.	Bei der Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine TOC Messeinrichtung. Daher ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.	X	80

Feldtest			
7.1 Kalibrierfunktion Die Kalibrierfunktion ist durch Vergleichsmessungen mit einem Standardreferenzmessverfahren zu ermitteln. Der Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion muss mindestens 0,90 betragen. Die nach EN 14181 ermittelte und zur Kalibrierfunktion gehörende Variabilität muss die in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegte maximal zulässige Messunsicherheit einhalten.	Der Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion liegt zwischen 0,9107 und 0,9411. Die Geräte haben die Variabilitätsprüfung bestanden.	+	81
7.2 Einstellzeit im Feldtest Die automatische Messeinrichtung muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an die Einstellzeit einhalten.	Es ergeben sich Einstellzeiten von kleiner 2 s mit trockenem Prüfgas.	+	91
7.3 Lack-of-fit im Feldtest Die AMS muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an den Lack-of-fit einhalten.	Die relativen Residuen liegen bei maximal -0,74 % des Zertifizierungsbereichs.	+	93
7.4 Wartungsintervall Die automatische Messeinrichtung muss die folgende festgelegte Mindestanforderung an das kürzeste Wartungsintervall einhalten: min. 8 Tage.	Das Wartungsintervall beträgt 4 Wochen.	+	95

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die zeitliche Änderung des Null- und Referenzpunktes einhalten: Gase: ≤ 3,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%. Prüfstandards zur Kontrolle des Referenzpunktes müssen so gewählt werden, dass ein Messsignal zwischen 70 % und 90 % des Zertifizierungsbereiches erzeugt wird.	Die Nullpunktdrift liegt über den gesamten Zeitraum unterhalb von 0,2 %. Die Referenzpunktdrift liegt unterhalb von 0,9 %.	+	96
7.6 Verfügbarkeit Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der entsprechenden rechtlichen Regelungen an die Verfügbarkeit einhalten. In jedem Fall müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Verfügbarkeit eingehalten werden: Gase: ≥ 95 %, O_2 ≥ 98 %.	Die Verfügbarkeit beträgt 99,5 %. Für die Wartung ist es erforderlich, dass die notwendigen Kontroll- und Justierarbeiten auf mehrere Tage so aufgeteilt werden, dass jeweils weniger als die erlaubte tägliche Ausfallzeit entsprechend den Anforderungen der 13. BImSchV und 17. BImSchV anfallen.	+	98
7.7 Vergleichspräzision Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Vergleichspräzision unter Feldbedingungen einhalten: Gase: ≤ 3,3 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%.	Die Vergleichspräzision liegt bei 0,9 %, das entspricht einem RD-Wert von 107 (nach VDI 4203).	+	100
7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-Situ-Geräten Der Einfluss der Verschmutzung auf die automatische Messeinrichtung ist im Feldtest durch Sichtprüfungen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen der Messsignale von ihren Sollwerten zu bestimmen. Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen für die Dauer von drei Monaten als Teil des Feldtests auszustatten. Am Ende der Prüfung ist der Einfluss der Verschmutzung zu ermitteln. Die Ergebnisse für die gereinigten und die verschmutzten optischen Grenzflächen dürfen um maximal 2 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches voneinander abweichen.	Die Messeinrichtung ist mit einer Spülvorrichtung ausgestattet. Während des 3-monatigen Dauertests wurde keine Verschmutzung der optischen Grenzflächen beobachtet.	+	103

Messunsicherheit			
14 Messunsicherheit Die im Labortest und im Feldtest ermittelten Messunsicherheiten sind zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit der AMS-Messwerte nach EN ISO 14956 zu verwenden.	Für alle Komponenten liegen die ermittelten erweiterten Gesamtmessunsicherheiten unterhalb der maximal zulässigen Werte und erfüllen somit die Anforderungen.	+	104

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Firma Unisearch Associates wurde von der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH eine Eignungsprüfung entsprechend den Richtlinien für kontinuierliche Emissionsmessungen für die Messeinrichtung vorgenommen.

2.2 Zielsetzung

Der Antrag für die vom Hersteller angestrebte Zertifizierung bezog sich auf Messungen für genehmigungsbedürftige Anlagen sowie Anlagen der 27. BImSchV.

Die Eignungsprüfung der Messeinrichtung erfolgte unter Anwendung der deutschen und europäischen Richtlinien über die Mindestanforderungen zur Prüfung und Zulassung von Emissionsmesseinrichtungen. Hierzu gehören insbesondere:

[1] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:
- die Eignungsprüfung von Mess- und Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,

RdSchr. d. BMU vom 13.6.2005-IG I 2-45 053/5 und vom 04.08.2010 - IG I 2-51 134/0.

[2] Richtlinie DIN EN 15267-01:2009
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 1: Grundlagen

[3] Richtlinie DIN EN 15267-02:2009
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 2: Erstmalige Beurteilung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers und Überwachung des Herstellungsprozesses nach der Zertifizierung

[4] Richtlinie DIN EN 15267-03:2008
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen

[5] Richtlinie VDI 4203, Blatt 1, Oktober 2001,
Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen, Grundlagen

[6] Richtlinie DIN EN 14181, September 2004,
Emissionen aus stationären Quellen -
Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

2.3 Bestimmung der Gesamtunsicherheit

Nach Abschluss des Labor- und Feldtests wurde anhand der im Labor und Feld ermittelten Daten die erweiterte Gesamtunsicherheit bestimmt. Siehe Prüfpunkt [6d Messunsicherheit].

3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

3.1 Messprinzip

Bei der Messeinrichtung LasIR handelt es sich um ein Einstellbares Infrarot-Spektrometrisches Diodenlasersystem, das zur berührungslosen in-situ Messung von Gasspuren in Kaminemissionen entwickelt wurde. Der Diodenlaser hat den Vorteil, dass dessen Spektralbreite enger als die Breite der Absorptionslinie ist. Die Wellenlänge des Lasers kann so gewählt werden, dass sie in der Nähe der Absorptionslinien des zu messenden Gases liegt. Durch Änderung von Strom und Temperatur kann die Wellenlänge des Lasers so abgestimmt werden, dass er den engen Spektralbereich, in dem sich die Absorptionslinien befinden, abdeckt.

Das Funktionsprinzip dieses Systems wird im Folgenden beschrieben.

3.2 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Die Messeinrichtung LasIR besteht aus zwei Hauptkomponenten: der LasIR Steuer-(Analyse)-einheit und den Optikköpfen.

Die Steuereinheit umfasst die Lasersteuerung, Datenerfassungselektronik, Referenzzelle, Geräteein- und Ausgänge.

Bei der geprüften Messeinrichtung wird das Licht mittels eines faseroptischen Kabels zur Messstrecke im Abgaskanal geleitet. Nach dem Durchstrahlen der Messstrecke fällt das Licht auf einen Detektor und wird als elektrisches Signal über ein Koaxial-Kabel zum Analysenmodul zurückgeschickt. Das Herzstück der Messeinrichtung sind die eingesetzten Diodenlaser als Infrarotlichtquelle. Es stehen Dioden zur Verfügung, die Laserstrahlen im Bereich von 0,7 – 2,7 µm erzeugen. Die hohe spektrale Auflösung und Justierfähigkeit dieser Dioden ermöglicht die Messung der optischen Absorption von einzelnen Rotations-Schwingungsbanden im Spektrum des zu messenden Moleküls. Dies ermöglicht eine sehr sichere Bestimmung des zu untersuchenden Gases mit einem hohen Grad der Abgrenzung gegenüber Störgasen.

Die Steuer-Analyseeinheit

Die Analysatoreinheit ist in einem hochfrequenz-abgeschirmten Gehäuse untergebracht. Der in dem Analysator enthaltene Laser ist für die spektrale Absorptionswellenlänge des zu überwachenden Gases ausgewählt und eingestellt. Er ist auf einem thermo-elektrischen Kühler montiert, der die Wellenlänge über die Temperatur des Lasers grob einstellt. Die Feineinstellung erfolgt durch den Laserstrom.

Der Laser ist an ein optisches Kabel gekoppelt, welches wiederum mit einem optischen Strahlteiler verbunden ist. Dieser Strahlteiler teilt das Licht in zwei Wege auf. Ein Ausgang (im Bereich 2 % bis 10 %) leitet den Laserstrahl an einen Referenzkanal. Licht aus dem Ausgang für den Referenzkanal durchquert eine kleine Referenzzelle, die eine hohe Konzentration des zu messenden Gases für diesen Laser enthält. Das Signal aus dem Referenzkanal dient der Abstimmung der Wellenlänge des Lasers auf die Absorptionslinie.

Der andere Ausgang (im Bereich 90 % bis 98 %) wird für die Messkanäle verwendet und kann in zwei, vier, acht, zwölf und sechzehn Kanäle geteilt werden. Dies wird durch einen optischen Multiplexer erreicht, der im Prinzip das gesamte Licht an den aktiven Ausgang leitet.



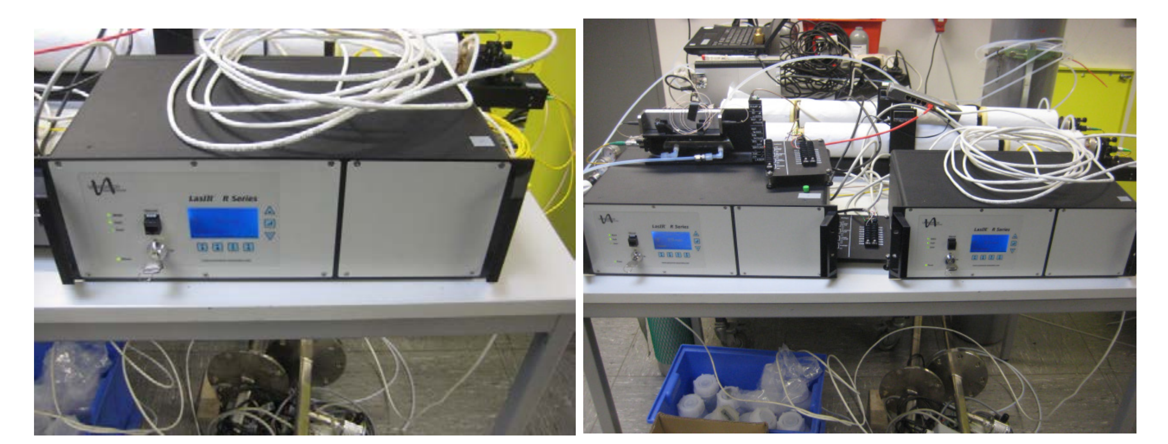


Abbildung 1: Steuer-Analyseeinheit während des Labortests

Die Signaldetektoren sind im Teleskopkopf befestigt. Das elektrische Signal jedes Detektors wird über Koaxialkabel zurück an den Analysator übertragen. Diese rückübertragenen Signale werden elektrisch zu einem Signal im Analysator gebündelt. Das Analysenmodul verarbeitet die Signale und leitet Informationen an einen integrierten Computer, wo die Gaskonzentration aus dem gemessenen Absorptionssignal ermittelt wird.

Der Analysator enthält außerdem einen Steuerkreis für Temperatur und Leistung des Lasers, eine Datenerfassungs- und Steuerungskarte und einen integrierten Computer für die automatische Datensteuerung und Analyse.

Laserstrahl, Sende- und Empfangseinheit

Für die in-situ Emissionsüberwachung steht eine Reihe von unterschiedlichen Konfigurationen der Sende-/Empfangsmodule zur Verfügung. Aktuell wurde nur die Version Sende-/ Empfangseinheit (Single-pass Option) eignungsgeprüft.

Das Laserlicht wird über ein optisches Glasfaserkabel zur Sendeeinheit geschickt. Das Kabel ist mittels eines APC-Anschlusses mit einer speziellen Linse verbunden, welche fest auf einem einstellbaren Kipptisch montiert ist. Dies ist der Lichtsendekopf. Das ausgesandte Laserlicht wird mittels eines Teleskops zusammengefasst, welches das Licht auf einen Infrarotempfänger am Ende des Teleskops bündelt. Die Ausgangsspannung des Empfängers wird über ein Koaxialkabel an den LasIR Analysator übermittelt.

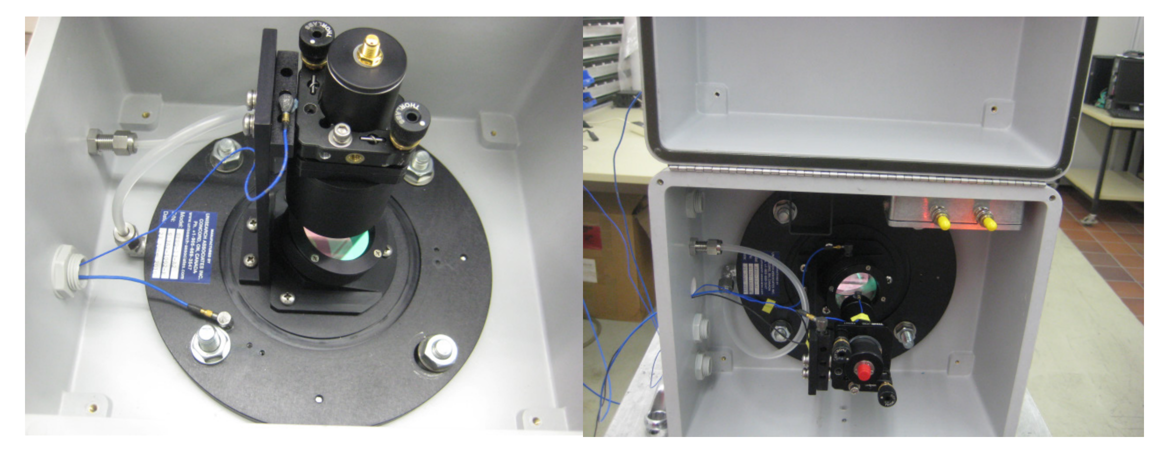


Abbildung 2: Sendeeinheit (links) und Empfangseinheit (rechts)

HF- Prüfgas- Zellen

Zur Prüfung der Messeinrichtung standen während der Eignungsprüfung 2 verschiedene Möglichkeiten zur Prüfgassimulation zur Verfügung.

Beheizte Prüfgaszelle

Speziell für die Eignungsprüfung wurden von der Fa. Unisearch 2 beheizte, mit Teflon beschichtete Prüfgaszellen hergestellt. An den Enden der beheizten Prüfgaszellen waren jeweils die Optikeinheiten der Sende- und Empfangsmodule befestigt. Durch diese Zellen mit einer aktiven Messweglänge von 1,0 m konnten den Messgeräten mit Hilfe eines HovaCal Prüfgaserzeugungssystems feuchte HF Prüfgase angeboten werden.

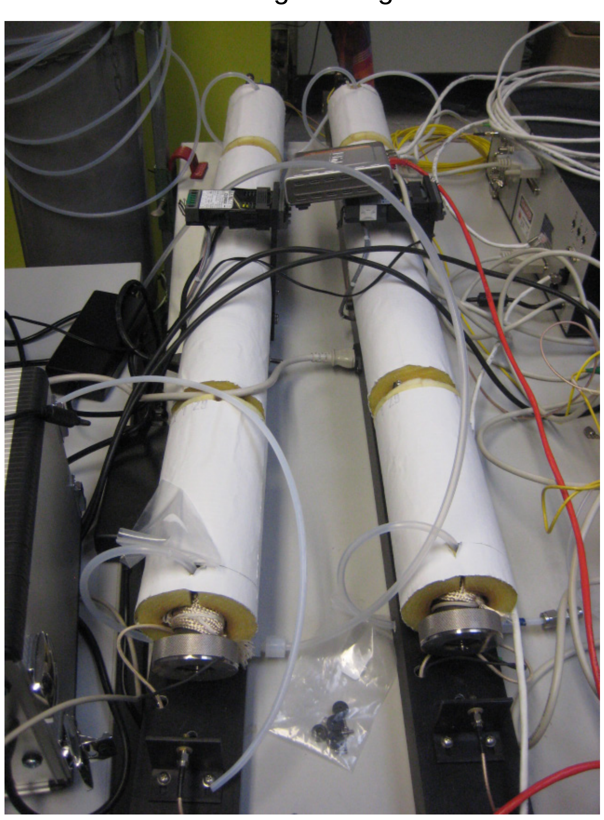


Abbildung 3: Beheizte Prüfgaszelle

Während der Eignungsprüfung wurden folgende Prüfungen mit der beheizten Prüfgaszelle sowie einem Prüfgaserzeugungssystem vom Typ HovaCal durchgeführt.

- Einstellzeit
- Linearität im Labor
- Einfluss der Umgebungstemperatur
- Querempfindlichkeiten
- Auswandern des Messstrahls

Unbeheizte Prüfgaszelle

Die Prüfungen an der Messeinrichtung im Einsatz (Driftchecks, Einstellzeit, Linearität) sollen mit einer unbeheizten Prüfgaszelle und HF Prüfgasen aus Druckgasflaschen durchgeführt werden. Bestandteil der Messeinrichtung ist daher eine unbeheizte, teflonbeschichtete Prüfgaszelle mit einer optischen Weglänge von 12,5 cm. Diese Zelle besitzt einen Lichtsendekopf und Empfänger und kann an beliebiger in das optische Kabel (zwischen Laserquelle im Analysator und Lichtsende-Einheit) zwischengeschaltet werden. Die Zelle besitzt einen Gasein- und einen Gasausgang zur Aufgabe von Prüfgasen aus Druckgasflaschen. Da die Zelle nur eine optische Messweglänge von 12,5 cm besitzt, muss (bezogen auf eine Messweglänge von 1,0 m) eine 8-fach höhere Konzentration in der Zelle aufgegeben werden.

Linearitätsuntersuchungen im Labor wurden sowohl mit der beheizten Zelle als auch mit der unbeheizten Zelle durchgeführt. Dabei zeigten beide Methoden gleichwertige Ergebnisse.

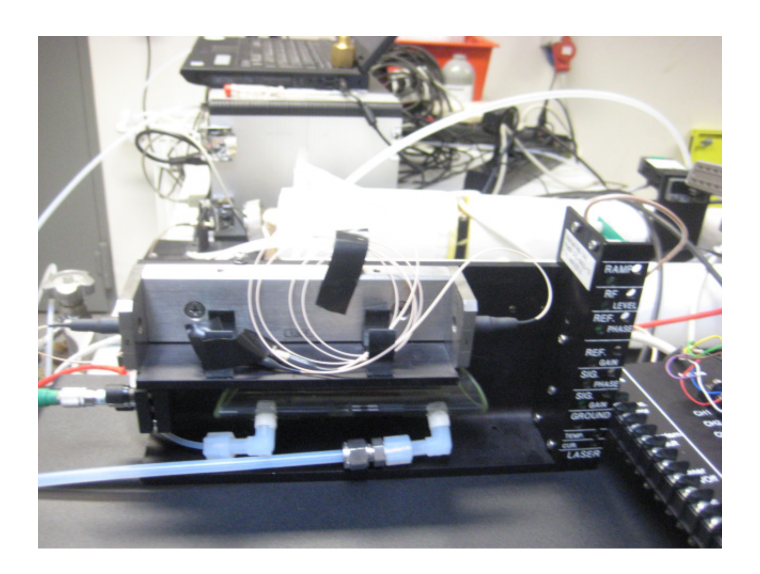


Abbildung 4: Unbeheizte Prüfgaszelle

Während der Eignungsprüfung wurden folgende Prüfungen mit der unbeheizten Prüfgaszelle sowie Prüfgasen aus Druckgasflaschen durchgeführt:

- Einstellzeit
- Linearität im Labor
- Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt
- Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt
- Einfluss des Probengasdrucks
- Einfluss der Netzspannung
- Einfluss von Schwingungen
- Einstellzeit im Feld
- Linearität im Feld
- Null und Referenzpunktdrift im Feld

Verwendung eines Multiplexers

Die Messeinrichtung ist mit 8 verschiedenen Messkanälen ausgestattet, besitzt aber nur eine Lichtquelle und Signalverarbeitung. Um mehrere Abgaskanäle (mit mehreren Optikbaugruppen) mit nur einer Steuer-Analyseeinheit zu überwachen, ist es möglich, das Signal zu multiplexen. Dabei sendet der Multiplexer über eine einstellbare Zeit die Laserleistung nacheinander an jeden der Kanäle. Der Koaxialschalter leitet das Signal von den Teleskopen zur Analyse einzeln wieder zurück an die Steuer-Analyseeinheit. In der Zeit, in denen an einem Kanal nicht aktiv gemessen wird, steht der letzte gemessene Wert als Ausgangssignal an.

Während der Laboruntersuchungen wurde in der unbeheizten Prüfgaszelle eine stabile HF-Konzentration eingestellt. Anschließend wurden alle 8 (bzw. 4) Messkanäle der Messeinrichtung aktiviert. Die Messzeit pro Kanal betrug 5 Sekunden. Die Messzelle wurde nacheinander an alle Messkanäle via optisches Kabel angeschlossen. Dabei wurden die Messsignale der einzelnen Kanäle miteinander verglichen um aufzuzeigen, dass diese alle gleichwertige Ausgabedaten liefern. Die Ausgangsdaten jedes Kanals wurden über einen Zeitraum von 5 Minuten aufgezeichnet und gemittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgezeigt.

Tabelle 1: Vergleich der einzelnen Messkanäle

Messkanal	Messgerät 1	Messgerät 2
Kanal 1	15,31 mA	15,36 mA
Kanal 2	15,33 mA	15,33 mA
Kanal 3	15,34 mA	15,34 mA
Kanal 4	15,32 mA	15,36 mA
Kanal 5	15,32 mA	----
Kanal 6	15,30 mA	----
Kanal 7	15,31 mA	----
Kanal 8	15,28 mA	----

Die Messgeräte während der Eignungsprüfung waren mit 8 Messkanälen (SN: LAS 1003) bzw. 4 Messkanälen (LAS1002) ausgestattet. Während der Eignungsprüfung war jeweils Kanal 1 der beiden Messeinrichtung aktiv. Alle anderen Kanäle wurden deaktiviert.

4. Prüfprogramm

4.1 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei vollständigen, identischen Geräten des Typs LasIR mit den Gerätenummern

Nr. 1: LAS 1002 und Nr. 2: LAS 1003

durchgeführt.

Gemäß Richtlinie wurde das folgende Testprogramm für den Labortest festgelegt:

- Überprüfung der vollständigen Messsysteme
- Überprüfung der CE-Kennzeichnung
- Überprüfung der Sicherung der Justierung
- Überprüfung der Anzeigebereiche und Nullpunktlage
- Überprüfung der zusätzlichen Messwertausgänge
- Überprüfung der Anzeige von Statussignalen
- Überprüfung der Verschmutzung optischer Grenzflächen
- Überprüfung der Schutzarten durch Gehäuse
- Überprüfung der Einstellzeit
- Überprüfung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt
- Überprüfung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit)
- Überprüfung der Null- und Referenzpunktdrift
- Überprüfung des Einflusses der Umgebungstemperatur
- Überprüfung des Einflusses des Probegasdruckes *(für In-Situ-AMS*)
- Überprüfung des Einflusses der Netzspannung
- Überprüfung des Einflusses von Schwingungen
- Überprüfung der Querempfindlichkeit
- Überprüfung der Auswanderung des Messstrahls *(für In-Situ-AMS*)

Die beiden folgenden Tabellen zeigen die Messkomponenten und deren Zertifizierungsbereiche, für die dieses Prüfprogramm oder ein verkürztes Prüfprogramm durchgeführt wurde.
Die Laborprüfungen wurden bei einer Messweglänge von 1m durchgeführt.

Tabelle 2: Geprüfte Komponente und Zertifizierungsbereich im Labortest

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
HF	0 - 5	mg/m³

Tabelle 3: Zusätzliche mit verkürztem Programm zu prüfender Messbereich

Komponente	Zusätzlicher Messbereich		
HF	0 - 10	-----	mg/m³

4.2 Feldtest

Der Feldtest erfolgte im Abgas, einer Aluminiumschmelze, mit zwei vollständigen, identischen Messsystemen des Typs LasIR mit den Gerätenummern Nr. 1: LAS 1002 und Nr. 2: LAS 1003.

Die aktive Messweglänge während des Feldtests betrug 7,9 m.

Art der Anlage:	Im Abgas einer Anlage zur Herstellung von Aluminium durch Schmelzfluss-Elektrolyse.
Abgasreinigungsanlage (vor Messstelle):	Trockensorptionsanlage mit Primäroxid Dosierung, Gewebefilter
Einbausituation der Messgeräte:	Die Messeinrichtungen waren in einem senkrechten Abgaskanal installiert. Ein- und Auslaufstrecken sind > 3 d. Der Kanal hat einen Durchmesser von ca. 7,9 m. Sowohl die Messstrecken als auch die Vegleichsmessöffnungen befanden sich um jeweils 90° versetzt auf der 40 m Bühne des Kamins.
Abgasrandbedingungen: Temperatur: Staubgehalt:	 60 bis 70 °C < 2 mg/m³

Der Feldtest startete am 25.04.2012 und endete am 27.07.2012. Für den Feldtest wurde folgendes Testprogramm festgelegt:

- Funktionsprüfung der Geräte
- Überprüfung der Einstellzeit
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit)
- Überprüfung der Kalibrierfunktion
- Überprüfung des Wartungsintervalls
- Überprüfung der Null- und Referenzpunktdrift
- Überprüfung der Verfügbarkeit
- Überprüfung der Vergleichspräzision
- Überprüfung der Verschmutzungskontrolle (*In-Situ-AMS*)

Während des Tests waren die Geräte wie in der folgenden Tabelle beschrieben eingestellt:

Tabelle 4: Eingestellter Zertifizierungsbereich während des Feldtests

Komponente	Zertifizierungs-bereich	Einheit
HF	0 - 5	mg/m³

5. Standardreferenzmessverfahren

5.1 Messverfahren (diskontinuierliche Messverfahren)

Messobjekt:	anorg. gasförmige Fluorverbindungen (HF)
Messverfahren:	VDI 2470 Bl.1, Oktober 1975
Probenahme / Analyse:	analog DIN EN 1911 / Ionenchromatografie
Messplatzaufbau	
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt durch Abgas
Entnahmerohr:	Quarz, beheizt auf 180 °C
Partikelfilter (Instack):	Quarzfaserfilter im Filtergehäuse aus Titan, Whatman 1851
-beheizt	durch Abgas (20°C > Taupunkt)
Gasvolumenmessgerät:	Gasuhr (Bauart: trocken)
Absorptionseinrichtung:	100 ml-Waschflaschen mit Fritten D2 (2fach)
Sorptionsmittel:	H_2O dest., je 35 ml
Abstand Sonde / Abscheideelement:	3,7 m
Standzeit der Proben in Tagen:	7
Transport und Lagerung:	in PP-Bechern mit PE-Deckeln
Analytische Bestimmung	
Analysengeräte:	Dionex ICS 90 mit Leitfähigkeitsdetektor
Säule / Fluss:	AS9-HC 0,25 ml/min
Eluent:	$NaCO_3$ / $NaHCO_3$
Auswertung:	Flächenberechnung
Standards:	Standardkalibrierverfahren, Standardlösung (Merck, 19814, 1000 mg F^-/l), Messen gegen H_2O
Verfahrenskenngrößen (bei Einsatz von dest. Wasser)	
Einfluss von Begleitstoffen:	keine
Nachweisgrenze:	1 µg ≙ 0,02 mg/m³ bei 0,05 m³ Probengas-volumen
Obere Erfassungsgrenze:	mindestens 50 mg/m³, ein höherer Konzen-trationsbereich wurde nicht überprüft.
Wiederfindungsrate inkl. Probenaufbereitung:	> 99 % (Laboruntersuchungen)
Wiederholbarkeit nach VDI 2449, Blatt 1:	0,027 mg/m³
Maßnahmen zur Qualitätssicherung	

Dichtheitsbestimmung der Probenahmeeinrichtung

H_2O

Messverfahren / Richtlinie:	Adsorption an Silikagel, DIN EN 14790, April 2006
Analyse:	gravimetrische Bestimmung
Probenahmeeinrichtung	
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt auf 150 °C
Partikelfilter:	Quarzwatte im Filtergehäuse aus Quarz, beheizt durch Abgas
Gasvolumenmessgerät:	Gasuhr (Bauart: trocken)
Absorptionseinrichtung:	100 ml-Waschflaschen mit Fritten D2 (zweifach)
Sorptionsmittel:	Silikagel
Abstand Sonde und Sammelelement:	3,7 m
Analytische Bestimmung	
Analysengeräte (Hersteller (Waage) / Typ / Messbereich:	Kern / 474-42 / 5 - 6200 g
Verfahrenskenngrößen	
Einfluss von Begleitstoffen:	CO_2, Tropfen
Nachweisgrenze:	0,1 g ≙ 0,2 Vol.-% bei 0,06 m³
Maßnahmen zur Qualitätssicherung:	Dichtheitsbestimmung

Automatische Vergleichsmessverfahren für gasförmige Messobjekte

5.2 Ermittlung der Abgasrandbedingungen

Staudruck-Messung im Abgaskamin:	Sika / MH 3110 / -1 - 25 mbar / 1,5 m/s
Statischer Druck im Abgaskamin:	Sika / MH 3110 / -1 - 25 mbar / 1,5 m/s
Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle:	Revue Thommen / Classic / 735 - 1050 mbar
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	01/2012
Abgastemperatur:	NiCr-Ni-Thermoelement
Temperaturmessgerät, Fabrikat, Typ:	Kane May / XP 457 / 0 - 1250 °C
Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):	siehe 5.1
Abgasdichte:	berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an Sauerstoff (O_2), Kohlendioxid (CO_2), Kohlenmonoxid (CO, soweit relevant), Stickstoff (mit 0,933 % Argon), Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal

5.3 Prüfgase und Prüfstandards

Während der Prüfung zur Justierung der Geräte benutzte Prüfgase (Prüflinge und TÜV-Messeinrichtungen)

(Die bezeichneten Prüfgase wurden während der gesamten Prüfung eingesetzt und gegebenenfalls mittels einer Hovacal Massenstromregler-Station verdünnt.)

Nullgas:	Stickstoff 3.6
Prüfgas	HF
Flaschennummer:	15429
Hersteller / Herstelldatum:	04.11.2011
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	12 Monate
Überprüfung des Zertifikates durch:	Eigenlabor
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	2 %

Während der Prüfung zur Justierung der Geräte benutzte Kalibrierlösungen (Prüflinge und TÜV-Messeinrichtungen)

(Die bezeichneten Kalibrierlösungen wurden während der gesamten Prüfung eingesetzt.)

HF	0,005 mol/l
HF	0,010 mol/l
H_2O	dest. Wasser

Für die Prüfungen wird nur Material und Gerät eingesetzt, das zum Zeitpunkt der Prüfung dem Qualitätsmanagement der TEU.

6. Prüfergebnisse

6a Allgemeine Anforderungen

6a.1 [5.1 Anwendung der Mindestanforderung]

Das Prüflaboratorium muss mindestens zwei identische automatische Messeinrichtungen (AMS) prüfen. Alle geprüften AMS müssen die in diesem Dokument festgelegten Mindestanforderungen sowie die in den jeweiligen rechtlichen Regelungen festgelegten Anforderungen an die Messunsicherheit einhalten.

Bewertung

Während der Eignungsprüfung wurden zwei identische Messeinrichtungen geprüft. Die Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen sowie die geforderte Messunsicherheit.

Die Prüfungen und Ergebnisse sind in den entsprechenden Kapiteln 6a, 6b und 6c dargestellt. Die Darstellung der Ergebnisse zu der geforderten Messunsicherheit befindet sich im Kapitel 6d.

6a.2 [5.2 Zu prüfende Bereiche]

5.2.1 Zertifizierungsbereich

Der Zertifizierungsbereich, in dem die AMS zu prüfen ist, muss durch Angabe der unteren und der oberen Grenze des Bereiches festgelegt werden. Der Bereich muss für die vorgesehene Anwendung der AMS geeignet sein. Der Zertifizierungsbereich ist wie folgt festzulegen:

a) für Abfallverbrennungsanlagen als Bereich von null, falls die AMS Null messen kann, bis zum maximal 1,5-fachen des Emissionsgrenzwertes (ELV) für den Tagesmittelwert;
b) für Großfeuerungsanlagen als Bereich von null, falls die AMS Null messen kann, bis zum maximal 2,5-fachen des Emissionsgrenzwertes (ELV) für den Tagesmittelwert;
c) für andere Anlagen unter Berücksichtigung des jeweiligen Emissionsgrenzwertes oder jeder anderen Anforderung in Bezug auf die vorgesehene Anwendung.

Zur Bildung von Halbstundenwerten muss die automatische Messeinrichtung Momentanwerte in einem Bereich messen können, der mindestens das Zweifache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches beträgt. Wenn zur Erfüllung dieser Anforderung Bereichsumschaltungen der AMS notwendig sind, erfordern die zusätzlichen Bereiche weitere Prüfungen (siehe 5.2.2).
Der/Die Zertifizierungsbereich(e) und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen müssen im Zertifikat angegeben werden.
Das Prüflaboratorium sollte für den Feldtest eine industrielle Anlage mit erkennbar schwierigen Randbedingungen auswählen. Dies bedeutet, dass die automatische Messeinrichtung dann auch bei weniger schwierigen Messbedingungen eingesetzt werden kann.

Bewertung

Der Zertifizierungsbereich beträgt das 5-fache des Emissionsgrenzwertes für den Tagesmittelwert für Anlagen gemäß 17. BImSchV. Die Messeinrichtung ist in der Lage, das Mehrfache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches zu messen.

Die Zertifizierungsbereiche und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen sind im Zertifikat angegeben.

Der Ausgewählte Standort des Feldtests ist bereits in Kapitel 4.2 näher beschrieben.

5.2.2 Zusätzliche Bereiche

Falls ein Hersteller den Nachweis der Einhaltung der Anforderungen in einem zusätzlichen Bereich oder in mehreren zusätzlichen Bereichen wünscht, die größer als der Zertifizierungsbereich sind, dann sind einige ausgewählte, zusätzliche Prüfungen für alle zusätzlichen Bereiche notwendig. Diese zusätzlichen Prüfungen müssen mindestens die Untersuchung der Einstellzeit und des Lack-of-fit beinhalten. Die Querempfindlichkeit ist für Störkomponenten, die sich bei der Prüfung im Zertifizierungsbereich als relevant erwiesen haben, zu prüfen. Die Konzentration der relevanten Störkomponenten muss proportional größer als die in Tabelle 15 festgelegten Werte sein, wobei der Proportionalitätsfaktor gleich dem Verhältnis des betrachteten zusätzlichen Bereiches zum Zertifizierungsbereich ist.

Zusätzliche Bereiche und die für diese Bereiche geprüften Mindestanforderungen sind im Zertifikat anzugeben.

Bewertung

Für die Komponente HF wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen sowie eine Aufstellung der zusätzlich aufgegebenen Querempfindlichkeitskomponenten befinden sich in den jeweiligen Unterpunkten in den Kapiteln 6b und 6c.

Die zusätzlich geprüften Bereiche sind im Zertifikat aufgeführt.

5.2.3 Untere Grenze der Bereiche

Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches ist üblicherweise Null.

Bewertung

Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches liegt für alle geprüften Komponenten bei Null.

5.2.4 Angabe von bereichsbezogenen Mindestanforderungen

Die festgelegten Mindestanforderungen werden für alle Messkomponenten mit Ausnahme von Sauerstoff als prozentualer Anteil der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches angegeben. Für Sauerstoff werden die Mindestanforderungen als Volumenkonzentration angegeben. Eine bereichsbezogene Mindestanforderung entspricht der größten Abweichung, die in einer Prüfung zulässig ist, wobei das Vorzeichen der in der Prüfung ermittelten Abweichung nicht von Belang ist.

Bewertung

Für alle Prüfungen werden die Abweichungen als prozentualer Anteil der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches angegeben. Für Sauerstoff werden die Abweichungen als Volumenkonzentration angegeben.

5.2.5 Bereiche für optische In-Situ-AMS mit variabler optischer Länge

Der Zertifizierungsbereich für optische In-Situ-AMS mit variabler optischer Länge muss in Einheiten festgelegt werden, die sich als Produkt aus der Konzentration der Messkomponente und der optischen Weglänge ergeben.
Die bei der Prüfung verwendete Weglänge ist im Zertifikat anzugeben.

Bewertung

Der Zertifizierungsbereich beträgt 5,0 mg/m³ * m. Dies ergibt sich als Produkt aus der Konzentration der Messkomponente und der optischen Weglänge. Die während der Prüfung verwendete Weglänge betrug 1,0 m. Während des Feldtests betrug die optische Weglänge 7,0 m.

6a.3 [5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration]

Die Zertifizierung einer AMS gilt nur für das Prüfmuster, das die Eignungsprüfung durchlaufen hat. Nachfolgende Änderungen der Gerätekonfiguration, die Einfluss auf das Leistungsvermögen der AMS haben könnten, können dazu führen, dass die Zertifizierung ungültig wird.
Die Herstellungsbeständigkeit und Änderungen der Gerätekonfiguration werden in der DIN EN 15267-2 behandelt.

Bewertung

Die durchgeführten Prüfungen wurden mit denen in Kapitel 3 ausführlich beschriebenen Messeinrichtungen durchgeführt. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht und im zugehörigen Zertifikat beziehen sich nur auf Messeinrichtungen, die den geprüften Prüfmustern entsprechen. Der Hersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderung an der Messeinrichtung mit dem Prüfinstitut abgesprochen werden muss und zu Nach- oder Neuprüfungen der Messeinrichtung führen kann.

Bei Änderungen an der Gerätekonfiguration für Hard- und/oder Software ist der Fortbestand der Gültigkeit der Zertifizierung nicht garantiert.

6a.4 [5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien]

Prüflaboratorien müssen über eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17025 verfügen. Weiterhin müssen sie für die Durchführung der in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfungen akkreditiert sein. Prüflaboratorien müssen die Unsicherheiten der einzelnen in der Eignungsprüfung verwendeten Prüfprozeduren kennen.
CEN/TS 15675 ergänzt die Norm EN ISO/IEC 17025 hinsichtlich der Durchführung von Emissionsmessungen. Diese Ergänzungen sollten bei der Verwendung der im Anhang A der DIN ENJ 15267-3 festgelegten Standardreferenzmessverfahren berücksichtigt werden.

Bewertung

Das Prüfinstitut TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 für Eignungsprüfungen (QAL1), Funktionsprüfungen (AST), Kalibrierungen (QAL2) und Emissionsmessungen bis zum 31-01-2013 akkreditiert.

Im Anhang ist als Abbildung 33 die Akkreditierungs-Urkunde beigefügt.

6b Laborprüfungen

6b.1 [6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung]

Alle für die Prüfung bereit gestellten automatischen Messeinrichtungen müssen vollständig sein. Die Anforderungen gelten nicht für Einzelkomponenten einer AMS. Der Prüfbericht muss für eine festgelegte AMS unter Angabe aller Einzelkomponenten angefertigt werden.
Automatische Messeinrichtungen mit extraktiver Probenahme müssen geeignete Vorrichtungen zur Filterung von Feststoffen, zur Vermeidung von chemischen Reaktionen in der Probenahmeinrichtung, zur Vermeidung von Mitnahmeeffekten und zur effektiven Kontrolle von Wasserkondensat besitzen.
Messeinrichtungen, die über unterschiedlich lange Probenahmeleitungen verfügen, müssen mit einer Probenahmeleitung geprüft werden, deren Länge zwischen dem Prüflaboratorium und dem Hersteller vereinbart wird. Die Länge der Probenahmeleitung ist im Prüfbericht anzugeben.
Das Prüflaboratorium muss den Typ der Probenahmeeinrichtung im Prüfbericht beschreiben.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mit zwei vollständigen und baugleichen Messeinrichtungen vom Typ LasIR durchgeführt. Die Messweglänge betrug 1,0 m während des Labortests und 7,0 m während des Feldtests. Die Messeinrichtung ist in Abschnitt 3.2 ausführlich beschrieben. Im Messgerät ist die Software mit der Versionsnummer 4.76 implementiert.

Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtungen und das Handbuch wurden auf Vollständigkeit überprüft.

Fotos der beiden Messeinrichtungen wurden sowohl vor der Messung als auch während der einzelnen Testpunkte gemacht.

Auswertung

Die beiden Messeinrichtungen waren baugleich und bestehen aus folgenden Teilen:

- LasIR Steuer/ Analyseneinheit
- Sender- Einheit mit Spülgasvorrichtung
- Empfänger- Einheit mit Spülgasvorrichtung
- Optisches Kabel (zwischen Analyse- Einheit und Sender- Einheit)
- Datenkabel (zwischen Empfänger- Einheit und Analyse- Einheit)
- Unbeheizte Messgaszelle

Bewertung

Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschließlich Analyseeinheit, Sende-Einheit, Empfangs-Einheit, Optisches Kabel, el. Datenkabel und Bedienungsanleitung.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Das geprüfte Messsystem besteht aus folgenden Bestandteilen:

- LasIR Steuer/ Analyseneinheit
- Sender- Einheit mit Spülgasvorrichtung
- Empfänger- Einheit mit Spülgasvorrichtung
- Optisches Kabel (zwischen Analyse- Einheit und Sender- Einheit)
- Datenkabel (zwischen Empfänger- Einheit und Analyse- Einheit)
- Unbeheizte Messgaszelle
-

Eine Kopie des Handbuches befindet sich im Anhang ab Seite 124.



Abbildung 5: Steuer und Anlayseneinheiten



Abbildung 6: Sendeeinheiten und Empfangseinheiten

6b.2 [6.2 CE-Kennzeichnung]

Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der anzuwendenden EG-Richtlinien an die CE-Kennzeichnung einhalten. Dazu gehören beispielsweise

- *die Richtlinie 89/336/EWG über die elektromagnetische Verträglichkeit und ihre Änderung durch die Richtlinien 92/31/EWG und 93/68/EWG*
- *und die Richtlinie 72/23/EWG über elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen und ihre Änderung durch die Richtlinie 93/68/EWG.*

Hersteller oder Anbieter von automatischen Messeinrichtungen müssen einen überprüfbaren und nachvollziehbaren Nachweis erbringen, dass die in den für die Geräte geltenden EG-Richtlinien festgelegten Anforderungen eingehalten werden.

Hinweis: Die Richtlinie 72/23/EWG (Niederspannungsrichtlinie) wurde durch die Richtlinie 2006/95/EG und 89/336/EWG (Elektromagnetische Verträglichkeit) wurde durch die Richtlinie 2004/108/EC ersetzt.

Gerätetechnische Ausstattung

Nicht notwendig für diesen Prüfpunkt.

Durchführung der Prüfung

Der Hersteller legte die Bescheinigungen und Prüfunterlagen vor.

Auswertung

Es lagen dem Prüfinstitut folgende Unterlagen vor:

CE-Bescheinigung

Bescheinigung über elektromagnetische Verträglichkeit

Bescheinigung über RL 72/23/EWG

Bewertung

Das Zertifikat über die CE-Kennzeichnung lag dem Prüfinstitut vor.
Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Das Prüfzertifikat ist im Anhang als Abbildung 34 beigefügt.

6b.3 [6.3 Unbefugtes Verstellen]

Die automatische Messeinrichtung muss über eine Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung verfügen.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Die automatische Messeinrichtung wurde gemäß der Bedienungsanleitung in Betrieb genommen. Danach wurde die vom Messgerätehersteller vorgesehene Schutzvorrichtung gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen der Justierung aktiviert. Anschließend wurde überprüft ob die Sicherung zuverlässig arbeitet.

Auswertung

Die Justierung der Messeinrichtung ist nur über einen externen PC mit einer speziellen Software möglich. Zusätzlich sind alle Softwareebenen, in denen eine Justierung der Messeinrichtung vorgenommen werden kann, nochmals durch eine Passwortabfrage geschützt.

Bewertung

Die Sicherung der Justierung ist durch einen Passwortschutz in der Bediensoftware gewährleistet.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.4 [6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage]

Die automatische Messeinrichtung muss über einen Messsignalausgang mit lebendem Nullpunkt (z. B. 4 mA) verfügen, so dass negative und positive Messsignale angezeigt werden können.
Die AMS muss über eine Geräteanzeige verfügen, die das Messsignal anzeigt. Die Geräteanzeige darf sich außerhalb der AMS befinden.

Das Prüflaboratorium hat zu überprüfen, ob die Anzeigebereiche der automatischen Messeinrichtung eingestellt werden können und ob diese Anzeigebereiche für die jeweilige Messaufgabe geeignet sind.
Die mit der AMS zu überwachenden Grenzwerte sollten dokumentiert werden. Weiterhin sollte die Eignung der Anzeigebereiche der AMS für geltende EG-Richtlinien und andere vorgesehene Anwendungen beschrieben werden.
Das Prüflaboratorium muss mit Hilfe von Referenzmaterialien überprüfen, ob der Anzeigebereich mindestens doppelt so groß wie der Zertifizierungsbereich ist.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit Null- und Prüfgas. Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde ein Multimeter eingesetzt.

Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die gewünschten Messbereiche unter Berücksichtigung der Messaufgabe an der Messeinrichtung eingestellt werden können.

Die Signalausgabe wurde mit Null- und Prüfgasaufgabe daraufhin überprüft, ob die Anforderungen, wie lebender Nullpunkt und Messbereich, eingehalten werden.

Auswertung

Die Lage des Nullpunktes kann auf 4 mA eingestellt werden. Der Anzeigebereich kann den geltenden Richtlinien angepasst werden.

Bewertung

Der Anzeigebereich kann an der Messeinrichtung eingestellt werden. Der Nullpunkt liegt mit 4 mA bei 20 % des analogen Geräteausgangs. Die Messeinrichtung kann auch negative Messwerte ausgeben. Es können alle relevanten Grenzwerte (TAL, 13., 17. BImSchV und weitere) überwacht werden. Durch die zusätzliche Prüfung von höheren Messbereichen für die Komponente HF ist auch die Überwachung bei höheren Emissionen gewährleistet.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.5 [6.5 zusätzliche Messwertausgänge]

Die automatische Messeinrichtung muss über einen zusätzlichen Messwertausgang verfügen, der den Anschluss eines zusätzlichen Anzeige- und Registriergerätes erlaubt, also einen Ausgang für das Datenerfassungssystem und einen zusätzlichen Ausgang für die Durchführung der QAL2, QAL3 und AST nach EN 14181.

Das Prüflaboratorium muss anschließend überprüfen, ob die Messsignale an dem zusätzlichen Messwertausgang mit denen der AMS übereinstimmen. Das Prüflaboratorium muss die Funktionsweise des zusätzlichen Messwertausganges im Prüfbericht beurteilen und beschreiben.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase und Multimeter.

Durchführung der Prüfung

Zur Prüfung wurde ein Multimeter an die Analogausgänge der Messeinrichtung angeschlossen. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich des aufgenommenen Messsignals mit dem der AMS und mit dem Sollwert der Prüfgasaufgabe.

Auswertung

Die Messwerte der verschiedenen Ausgänge der Messeinrichtung sind gleich.

Der Anschluss eines zusätzlichen Datenerfassungssystems ist möglich.

Bewertung

Ein zusätzlicher Signalausgang ist am Gerät vorhanden. Die Signalausgänge geben identische Messwerte aus.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.6 [6.6 Anzeige von Statussignalen]

Die automatische Messeinrichtung muss den Betriebszustand anzeigen.
Weiterhin muss die AMS in der Lage sein, den Betriebszustand an eine Datenerfassungseinrichtung zu übermitteln.

Gerätetechnische Ausstattung

Die vorhandenen Statussignale wurden mit Hilfe eines Multimeters geprüft.

Durchführung der Prüfung

Durch Eingriff in die Messeinrichtung wurden Betriebszustände wie Wartung und Störung simuliert.

Auswertung

Es wurde geprüft, ob die jeweiligen Statusmeldungen vom Gerät korrekt gemeldet wurden.

Bewertung

Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben.
Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.7 [6.7 Vermeidung oder Kompensation der Verschmutzung optischer Grenzflächen]

Beruht das Messprinzip auf optischen Verfahren, so muss die Messeinrichtung eine Vorrichtung besitzen, die eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen vermeidet und/oder kompensiert.

Für Geräte mit einer eingebauten Verschmutzungskompensation darf die Absorption durch das optische Filter vom Gerätehersteller festgelegt werden und mehr als 10 % betragen, um so eine umfassendere Prüfung der Kompensation zu ermöglichen. Der Einfluss einer Verschmutzung der optischen Grenzflächen auf das Messsignal ist unter Berücksichtigung der physikalischen Zusammenhänge zu ermitteln und nach Möglichkeit durch Messungen zu quantifizieren.
Das geräteinterne Verfahren zur Verschmutzungskontrolle muss vom Gerätehersteller nachvollziehbar beschrieben sein. Diese Funktion muss bei eingebauter Messeinrichtung im laufenden Betrieb verfügbar sein. Die AMS muss den Betrieb der Funktion anzeigen.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung ist nicht mit einer Einrichtung zur Verschmutzungskompensation ausgestattet. Die optischen Fenster der Sende- und Empfangseinheit werden mit Hilfe eines Spülluftsystems vor Verschmutzung geschützt. Während jeder Messung wird auch der empfangene Lichtlevel gemessen und überwacht.

Auswertung

Die AMS ist nicht mit einer Verschmutzungskompensation ausgestattet. Der Lichtlevel wird kontinuierlich überwacht.

Bewertung

Die AMS ist nicht mit einer Verschmutzungskompensation ausgestattet. Der Lichtlevel wird kontinuierlich überwacht. Bei Unterschreitung der gesetzten Grenzen wird ein Statussignal ausgegeben.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.8 [6.8 Schutzarten durch Gehäuse]

Geräte, deren Einbau auf belüftete Räume und Messschränke beschränkt ist, wo die Geräte vor Niederschlägen geschützt sind, müssen mindestens der Schutzart IP40 nach EN 60529 entsprechen.
Geräte, deren Einbau auf Orte mit Schutz vor Niederschlägen beschränkt ist, beispielsweise Orte mit Vordächern, wo die Geräte jedoch Niederschlägen auf Grund von beispielsweise Wind ausgesetzt sein können, müssen mindestens der Schutzart IP54 nach EN 60529 entsprechen.
Geräte, die zur Verwendung in Außenbereichen ohne jeglichen Wetterschutz vorgesehen sind, müssen mindestens der Schutzart IP65 nach EN 60529 entsprechen.

Gerätetechnische Ausstattung

Bericht über die Schutzartprüfung bereitgestellt durch den Hersteller.

Durchführung der Prüfung

Der Hersteller der AMS legte dem Prüflaboratorium den Bericht über die Prüfung des Gehäuses nach EN 60529 vor. Die Einhaltung der angegebenen Schutzart wurde überprüft.

Auswertung

Das Gerät entspricht der Schutzart IP 66 (Kanalmontierte Optikeinheit im Schutzgehäuse) sowie IP 54 (Steuer und Analyseneinheit).

Bewertung

Das Gerät entspricht der Schutzart IP 66 (Kanalmontierte Optikeinheit im Schutzgehäuse) sowie IP 40 (Steuer und Analyseneinheit).
Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.9 [6.9 Einstellzeit im Labortest]

Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden Mindestanforderungen an die Einstellzeit einhalten.
Die Einstellzeit der Messeinrichtung darf nicht mehr als 200 s betragen. Für die Komponenten NH_3, HCl und HF darf sie nicht mehr als 400 s betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase sowie die beizte Messzelle.

Durchführung der Prüfung

Die Einstellzeit wird mit Prüfgas für den Anstieg auf 90 % und für den Abfall auf 10 % des Referenzpunktes ermittelt (siehe Abbildung 7). Die Prüfung wird mit feuchten Prüfgasen durchgeführt.

Der Lichtstrahl der Messeinrichtung wurde vor Eintritt in die beheizte Zelle unterbrochen. Danach wurde die beheizte Messzelle mit Prüfgas befüllt. Nach einer gewissen Beharrungszeit wurde der Lichtstrahl wieder freigegeben. Somit wurde die zeitliche Änderung des Messsignals bei einer sprunghaften Änderung von Null- auf Prüfgas aufgezeichnet. Die Untersuchungen wurden insgesamt viermal wiederholt.

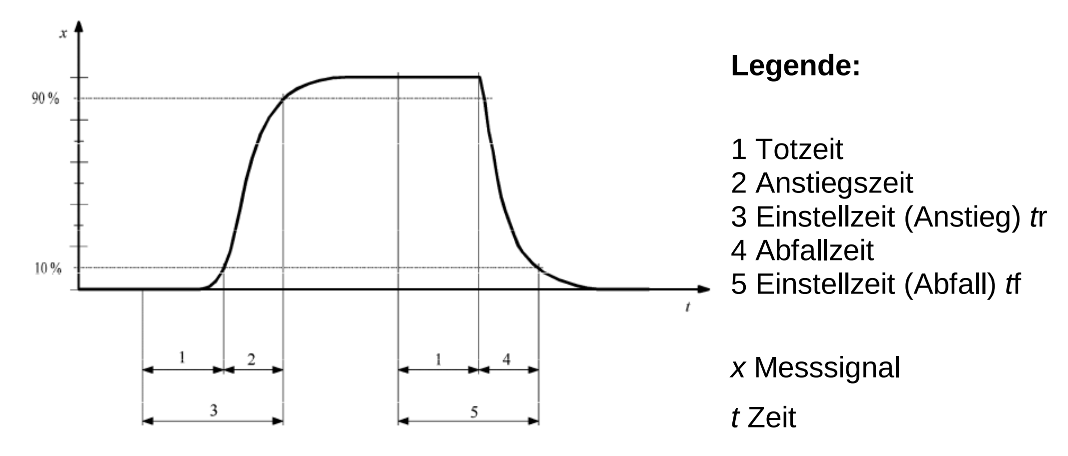


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Prüfung der Einstellzeit

Auswertung

Es wurde für jede Messkomponente die Zeitspanne zwischen der sprunghaften Änderung der Prüfgasaufgabe und Erreichen von 90 % des Referenzpunktes für den Anstiegs- und 10 % des Referenzpunktes für den Abfallmodus, bestimmt.

Der Mittelwert der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und der Mittelwert der Einstellzeiten im Abfallmodus werden berechnet. Der größere der beiden Mittelwerte der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und im Abfallmodus wird als Einstellzeit der AMS verwendet.

Die relative Differenz der Einstellzeiten wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right|$$

Dabei ist

t_d die relative Differenz zwischen den Einstellzeiten des Anstieg- und Abfallmodus
t_r die im Anstiegsmodus ermittelte Einstellzeit
t_f die im Abfallmodus ermittelte Einstellzeit



Bewertung

Es ergeben sich Einstellzeiten von kleiner 2 s mit feuchtem Prüfgas.
Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 5: Einstellzeiten im Labortest, Zertifizierbereich 0 – 5 mg/m³

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

HF, feucht	Gerät 1	Gerät 2
$t_{90\%}$ für den Anstieg	t_r = 2 sec	t_r = 2 sec
$t_{90\%}$ für den Abfall	t_f = 2 sec	t_f = 2 sec
rel. Differenz der $t_{90\%}$	t_d = 0,0 %	t_d = 0,0 %
Einstellzeit	$t_{90\%}$ = 2 sec	$t_{90\%}$ = 2 sec

Tabelle 6: Einstellzeiten im Labortest, Messbereich 0 – 10 mg/m³

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

HF, feucht	Gerät 1	Gerät 2
$t_{90\%}$ für den Anstieg	t_r = 2 sec	t_r = 2 sec
$t_{90\%}$ für den Abfall	t_f = 2 sec	t_f = 2 sec
rel. Differenz der $t_{90\%}$	t_d = 0,0 %	t_d = 0,0 %
Einstellzeit	$t_{90\%}$ = 2 sec	$t_{90\%}$ = 2 sec

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.10 [6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt]

Die automatische Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderungen an die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt einhalten.
Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf sie 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Die Nachweisgrenze ist gleich der doppelten Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt. Die Bestimmungsgrenze ist gleich der vierfachen Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die Messsignale der AMS am Nullpunkt wurden nach Aufgabe des Referenzmaterials und einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch 20 aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Der Wert ist jeweils über die Einstellzeit zu mitteln.

Auswertung

Anhand der ermittelten Messsignale wurde die Wiederholstandardabweichung mit folgender Gleichung berechnet.

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

mit:

s_r die Wiederholstandardabweichung
x_i das i-te Messsignal
$\bar{x}$ der Mittelwert der Messsignale x_i
n die Anzahl der Messungen, $n = 20$

Bewertung

Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt betrug 0,0 % vom Zertifizierbereich für HF.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 7: Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt

Messgerät: LasIR im Labortest

Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Nullpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m³	-0,003	0,001
Standardabweichung s_r	**mg/m³**	**0,001**	**0,002**
Mindestanforderung $s_r \leq$	mg/m³	0,100	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,0	0,0
Mindestanforderung $s_r \leq$	% ZB	2,0	
Nachweisgrenze	mg/m³	0,003	0,003
Bestimmungsgrenze	mg/m³	0,005	0,006

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt sind im Anhang in Tabelle 37 dargestellt.

6b.11 [6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt]

Die automatische Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderungen an die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt einhalten.
Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf sie 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die Messsignale der AMS am Referenzpunkt wurden nach Aufgabe des Referenzmaterials und einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch 20 aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Der Wert ist jeweils über die Einstellzeit zu mitteln.

Auswertung

Anhand der ermittelten Messsignale wurde die Wiederholstandardabweichung mit folgender Gleichung berechnet.

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \overline{x})^2}{n-1}}$$

mit:

s_r	die Wiederholstandardabweichung
x_i	das i-te Messsignal
$\overline{x}$	der Mittelwert der Messsignale x_i
n	die Anzahl der Messungen, n = 20

Bewertung

Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt betrug 0,4 % vom Zertifizierbereich für HF.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,018 mg/m³ verwendet.

Tabelle 8: Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m³	3,694	3,668
Standardabweichung s_r	**mg/m³**	**0,015**	**0,018**
Mindestanforderung $s_r \leq$	mg/m³	0,100	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,3	0,4
Mindestanforderung $s_r \leq$	% ZB	2,0	

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt $u = s_r =$ 0,018 mg/m³

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt sind im Anhang in Tabelle 38 dargestellt.

6b.12 [6.12 Lack-of-fit im Labortest]

Die automatische Messeinrichtung muss ein lineares Messsignal liefern und folgende Mindestanforderungen an den Lack-of-fit einhalten.
Die Abweichung darf nicht größer als 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert sein. Für O_2 darf sie nicht größer als 0,2 Vol.-% sein.
Die Linearität der Geräteanzeige ist mit mindestens sieben verschiedenen Referenzmaterialien, zu denen auch die Konzentration Null gehört, zu überprüfen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas), einer Massendurchflussreglerstation sowie einem Datenerfassungssystem.

Durchführung der Prüfung

Die benötigten Referenzmaterialien wurden mit Hilfe eines kalibrierten Verdünnungssystems erzeugt. Die Prüfgaskonzentrationen wurden so gewählt, dass die Messwerte gleichmäßig über den Zertifizierungsbereich verteilt waren. Die Prüfgase wurden am Einlass der AMS aufgegeben.

Die Referenzmaterialien wurden in folgender Reihenfolge aufgegeben (ungefähre Konzentrationen der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches):

0 % → 70 % → 40 % → 0 % → 60 % → 10 % → 30 % → 90 % → 0 %.

Durch Verwendung dieser Reihenfolge wurden Hystereseeffekte vermieden.

Nach jedem Wechsel der Konzentration wurden die Messsignale der AMS nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt.

Auswertung

Die Bestimmung des Zusammenhangs zwischen den Werten der AMS und den Werten der Referenzmaterialien wurde entsprechend Anhang C der DIN EN 15267-3 durchgeführt. Hierzu wurde mit den Werten der AMS (x-Werte) und den Werten des Referenzmaterials (c-Werte) eine Regressionsrechnung durchgeführt. Anschließend wurden die Mittelwerte der Geräteanzeigen der AMS für jede Konzentrationsstufe und der Abstand (Residuum) dieser Mittelwerte zur Regressionsgerade berechnet.

Bewertung

Die relativen Residuen liegen bei maximal -1,20 % des Zertifizierungsbereichs.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von -0,035 mg/m³ verwendet.

Tabelle 9: Linearitätsprüfung, Zertifizierbereich 0 – 5 mg/m³ (trockenes Prüfgas)

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %	Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,20
3,50	3,55	3,54	0,20	3,50	3,55	3,53	0,40
2,00	1,97	2,02	-1,00	2,00	1,96	2,02	-1,20
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,20
3,00	3,02	3,03	-0,20	3,00	3,05	3,02	0,60
0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,49	0,50	-0,20
1,50	1,55	1,52	0,60	1,50	1,51	1,51	0,00
4,50	4,56	4,55	0,20	4,50	4,53	4,54	-0,20
0,00	0,01	0,00	0,20	0,00	0,01	0,00	0,20
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-1,00**				**-1,20**

Messwerte sind Mittelwert aus 3 Durchgängen

maximale Unsicherheit u = -0,035 mg/m³ = max ($d_{c,rel}$) * ZB / √3 (D.6)

Abbildung 8: Darstellung der Linearität von Gerät 1, Zertifizierbereich 0 – 5 mg/m³

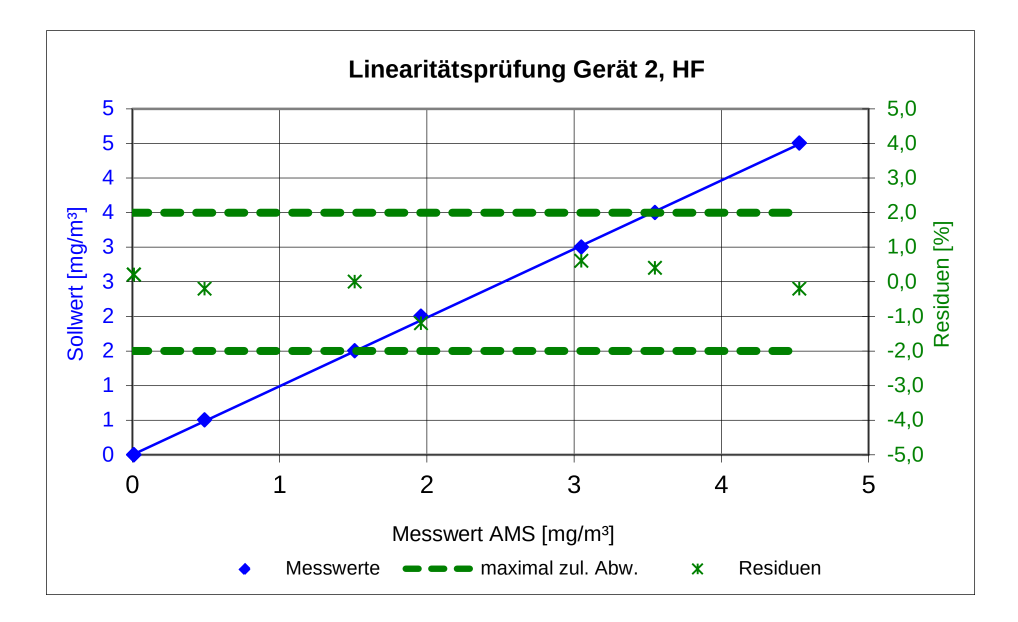


Abbildung 9: Darstellung der Linearität von Gerät 2, Zertifizierbereich 0 – 5 mg/m³

Tabelle 10: Linearitätsprüfung, Zertifizierbereich 0 – 5 mg/m³ (feuchtes Prüfgas)

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %	Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,20
3,50	3,55	3,53	0,40	3,50	3,55	3,53	0,40
2,00	1,98	2,02	-0,80	2,00	1,97	2,02	-1,00
0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,20
3,00	3,02	3,03	-0,20	3,00	3,05	3,03	0,40
0,50	0,48	0,51	-0,60	0,50	0,49	0,50	-0,20
1,50	1,57	1,52	1,00	1,50	1,51	1,51	0,00
4,50	4,54	4,54	0,00	4,50	4,53	4,54	-0,20
0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,20
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**1,00**				**-1,00**

Messwerte sind Mittelwert aus 3 Durchgängen

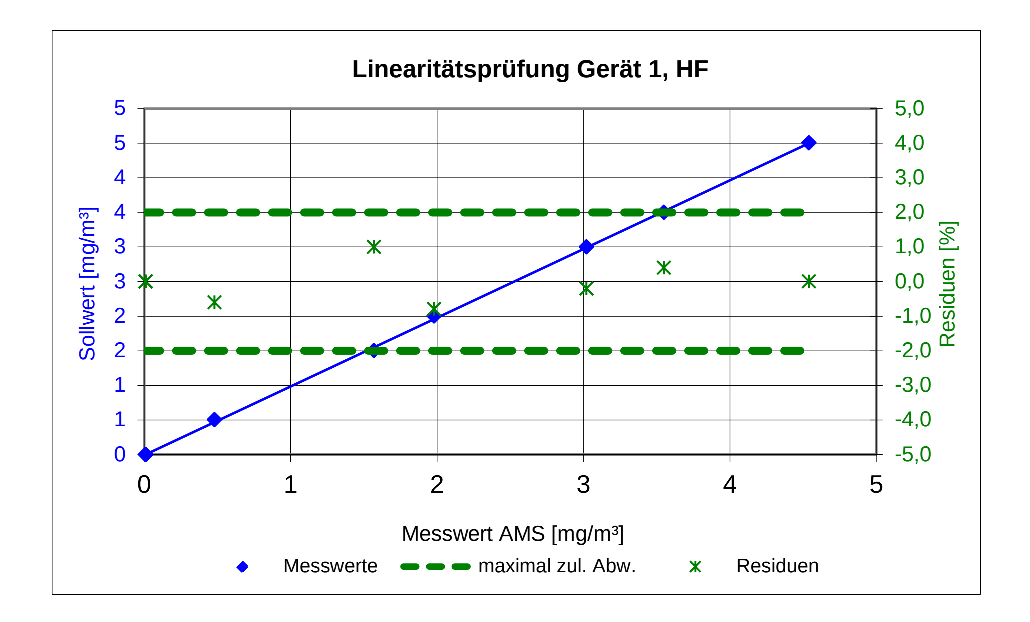


Abbildung 10: Darstellung der Linearität von Gerät 1, Zertifizierbereich 0 – 5 mg/m³

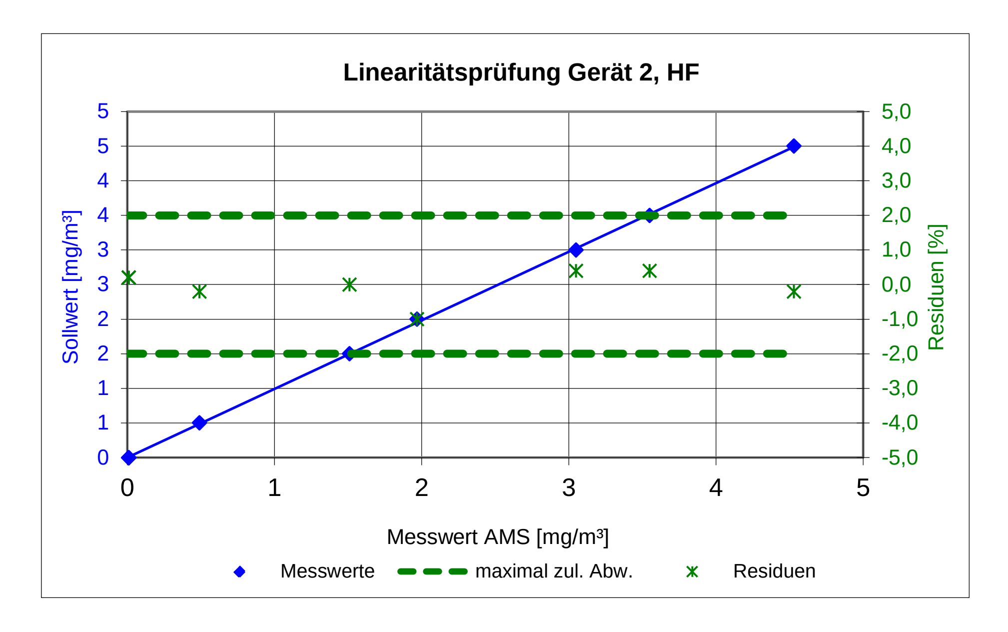


Abbildung 11: Darstellung der Linearität von Gerät 2, Zertifizierbereich 0 – 5 mg/m³

Tabelle 11: Linearitätsprüfung, Zertifizierbereich 0 – 10 mg/m³

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %	Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,02	0,03	-0,10	0,00	0,02	0,02	0,00
7,00	7,13	7,04	0,90	7,00	7,07	6,98	0,90
4,00	4,03	4,03	0,00	4,00	3,94	4,00	-0,60
0,00	0,02	0,03	-0,10	0,00	0,01	0,02	-0,10
6,00	6,04	6,04	0,00	6,00	5,97	5,99	-0,20
1,00	1,02	1,03	-0,10	1,00	1,10	1,02	0,80
3,00	3,08	3,03	0,50	3,00	2,96	3,00	-0,40
9,00	8,95	9,04	-0,90	9,00	8,95	8,97	-0,20
0,00	0,01	0,03	-0,20	0,00	0,01	0,02	-0,10
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**0,90**				**0,90**

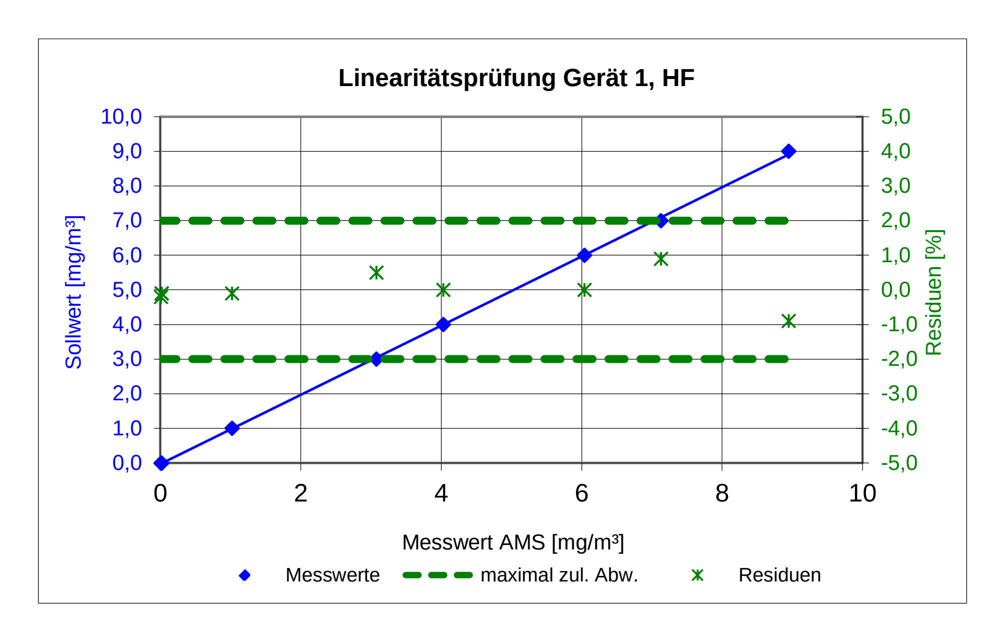


Abbildung 12: Darstellung der Linearität von Gerät 1, Zertifizierbereich 0 – 10 mg/m³

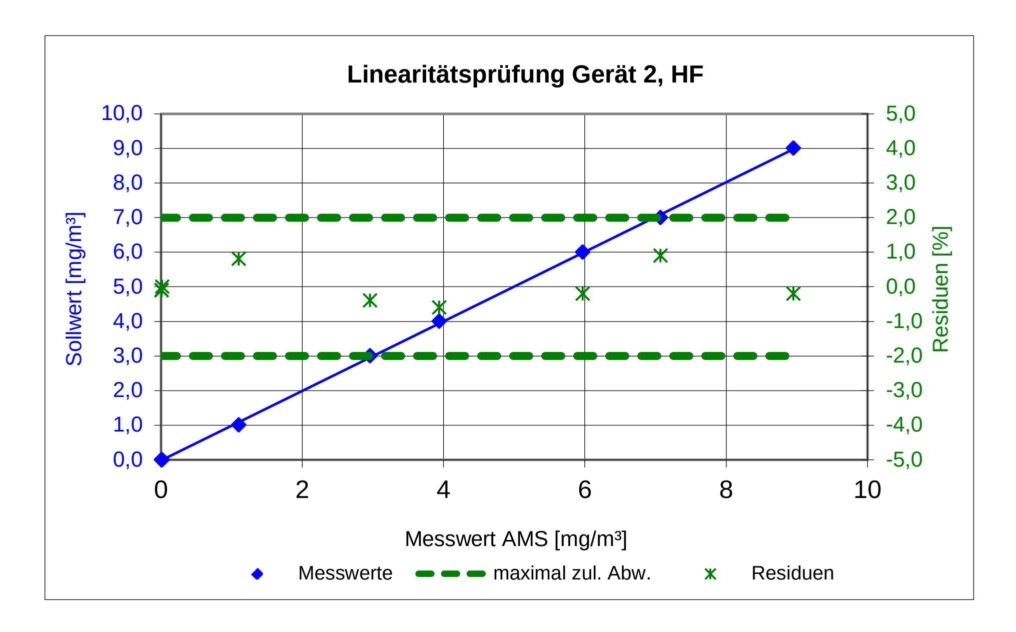


Abbildung 13: Darstellung der Linearität von Gerät 2, Zertifizierbereich 0 – 10 mg/m³

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Prüfung des Lack-of-fit sind im Anhang in Tabelle 39 bis Tabelle 43 dargestellt.

6b.13 [6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]

Der Hersteller muss eine Beschreibung der von der automatischen Messeinrichtung verwendeten Technik zur Ermittlung und Kompensation der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes liefern. Die Beschreibung darf für Messeinrichtungen, deren Messprinzip auf optischen Verfahren beruht, nicht auf eine Erklärung der Kompensation des Einflusses der Verschmutzung der optischen Grenzflächen beschränkt sein.

Das Prüflaboratorium muss überprüfen, dass das gewählte Referenzmaterial, das der AMS zur unabhängigen Überprüfung ihrer Funktion angeboten wird, in der Lage ist, alle relevanten Änderungen der AMS-Anzeigewerte, die nicht auf Änderungen der Messkomponente oder Abgasbedingungen zurückzuführen sind, festzustellen.

Die AMS muss die Aufzeichnung der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes erlauben. Der Hersteller muss die Ermittlung der Null- und Referenzpunktwerte beschreiben. Die verwendete Technik sollte die Kompensation der zeitlichen Änderungen für möglichst alle aktiven Komponenten der Messeinrichtung berücksichtigen.

Falls die AMS in der Lage ist, Verschmutzungen automatisch zu kompensieren und eine Kalibrierung und Justierung der zeitlichen Änderungen des Null- und Referenzpunktes vorzunehmen, und diese Justierungen den normalen Betriebszustand der AMS nicht herstellen können, dann muss die AMS ein entsprechendes Statussignal ausgeben.

Falls die AMS nicht in der Lage ist, den Wert Null zu messen, ist die zeitliche Änderung an der unteren Grenze des Zertifizierungsbereiches zu ermitteln.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung besitzt keine Vorrichtung zur automatischen Driftaufzeichnung bzw. Driftkorrektur. Alle Null- und Referenzpunkt Überprüfungen wurden mit der in Kapitel 3.3 beschriebenen Kalibrierstrecke sowie den in Kapitel 5.4 genannten Prüfgasen durchgeführt. Die Aufzeichnung der Daten erfolgt über einen angeschlossenen Datenlogger.

Auswertung

Die Messeinrichtung besitzt keine Vorrichtung zur automatischen Driftaufzeichnung bzw. Driftkorrektur. Alle Null- und Referenzpunkt Überprüfungen wurden mit der in Kapitel 3.3 beschriebenen Kalibrierstrecke sowie den in Kapitel 5.4 genannten Prüfgasen durchgeführt. Die Aufzeichnung der Daten erfolgt über einen angeschlossenen Datenlogger.

Bewertung

Eine Aufzeichnung der Null- und Referenzpunktdrift ist möglich und entspricht den Anforderungen der QAL3 nach EN 14181. Das Gerät ist nicht mit einer automatischen Driftkorrektur ausgestattet.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.



6b.14 [6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten.
Der Einfluss der Umgebungstemperatur am Null- und Referenzpunkt darf 5 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf er 0,5 Vol.-% nicht überschreiten.
Dies gilt für folgende Prüfbereiche der Umgebungstemperatur:

- *von -20 °C bis +50 °C für Einrichtungen mit Installation im Außenbereich;*
- *von +5 °C bis +40 °C für Einrichtungen mit Installation in Innenräumen, wo die Temperaturen nicht unter +5 °C fallen oder über +40 °C steigen.*

Der Gerätehersteller darf größere Bereiche für die Umgebungstemperatur als die oben angegebenen festlegen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas) in der beheizten Messgaszelle und einer Klimakammer mit regelbarem Temperaturbereich von -40 °C bis +80 °C und regelbarem Feuchtegehalt. Der Feuchtegehalt in der Klimakammer wurde auf 50 % rel. eingestellt.

Durchführung der Prüfung

Die Messgeräte wurden in der Klimakammer den folgenden Temperaturstufen ausgesetzt:

20 °C → 0 °C → -20 °C → 20 °C → 50 °C → 20 °C.

Bei jedem Temperaturschritt wurde Null- und Referenzgas für jede Messkomponente aufgegeben. Nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, werden die Messsignale durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt.

Zwischen den einzelnen Temperaturschritten lag eine Äquilibrierzeit von mindestens 6 h.

Die Abweichungen wurden durch Vergleich der Messsignale der einzelnen Temperaturstufen mit dem Mittelwert der Messsignale bei 20 °C ermittelt.

Die Messeinrichtung war über die gesamte Versuchsdauer eingeschaltet.

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale der einzelnen Temperaturstufen wurden ermittelt. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten wurde anhand folgender Gleichung ermittelt.

$$b_t = \frac{(x_i - x_{i-1})}{(T_i - T_{i-1})}$$

mit:

b	der Empfindlichkeitsfaktor der Umgebungstemperatur
x_i	der Mittelwert der Messsignale bei der Temperatur T_i
x_{i-1}	der Mittelwert der Messsignale bei der Temperatur T_{i-1}
T_i	die momentane Temperatur in dem Prüfzyklus
T_{i-1}	die vorherige Temperatur in dem Prüfzyklus

Bewertung

Die Ergebnisse der Temperaturprüfung sind in Tabelle 12 dargestellt. Es sind hier die Mittelwerte an den verschiedenen Temperaturpunkten bei den einzelnen Messreihen des Prüfprogramms dargestellt.

Die maximale Abweichung im geprüften Temperaturbereich von -20 bis +50 °C beträgt 0,6 % vom Zertifizierungsbereich. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt 0,001.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,017 mg/m³ verwendet.

Tabelle 12: Daten Temperaturprüfung

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Temperatur °C	Gerät 1 Nullpunkt Messwert mg/m³	Nullpunkt Abweichung % (∅ 20°)	Nullpunkt b_t	Referenzpunkt Messwert mg/m³	Referenzpunkt Abweichung % (∅ 20°)	Referenzpunkt b_t
∅ 20°	0,013	-		3,53	-	
20	0,011	0,0	-	3,54	0,2	-
0	0,007	-0,1	0,000	3,53	0,0	0,001
-20	0,010	-0,1	0,000	3,51	-0,4	0,001
20	0,019	0,1	0,000	3,52	-0,2	0,000
50	0,008	-0,1	0,000	3,56	0,6	0,001
20	0,010	-0,1	0,000	3,54	0,2	0,001
maximaler Wert		**0,1**	**0,000**		**0,6**	**0,001**
$x_{i,adj}$	0,013			3,53		
x_{imax}	0,019			3,56		
x_{imin}	0,007			3,51		
u	0,003			0,015		

Temperatur °C	Gerät 2 Nullpunkt Messwert mg/m³	Nullpunkt Abweichung % (∅ 20°)	Nullpunkt b_t	Referenzpunkt Messwert mg/m³	Referenzpunkt Abweichung % (∅ 20°)	Referenzpunkt b_t
∅ 20°	0,008	-		3,53	-	
20	0,007	0,0	-	3,53	0,0	-
0	0,010	0,0	0,000	3,52	-0,2	0,000
-20	0,008	0,0	0,000	3,50	-0,6	0,001
20	0,007	0,0	0,000	3,53	0,0	0,001
50	0,009	0,0	0,000	3,56	0,6	0,001
20	0,009	0,0	0,000	3,53	0,0	0,001
maximaler Wert		**0,0**	**0,000**		**0,6**	**0,001**
$x_{i,adj}$	0,008			3,53		
x_{imax}	0,010			3,56		
x_{imin}	0,007			3,50		
u	0,001			0,017		

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 0,017 mg/m³

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \bullet (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}} \quad \text{(D.3)}$$

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzelwerte der Temperaturprüfung sind im Anhang in Tabelle 44 dargestellt.



6b.15 [6.15 Einfluss des Probegasdrucks]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Referenzpunkt müssen die folgende Mindestanforderung an den Einfluss des Probegasdrucks bei Änderung von 3 kPa über und unter den Umgebungsluftdruck einhalten.
Der Einfluss des Probegasdrucks am Referenzpunkt darf höchstens 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert betragen, bei O_2 höchstens 0,2 Vol.-%.

Diese Anforderung gilt typischerweise für In-Situ-AMS, aber nicht für extraktive AMS, da dort das Probengas aufbereitet und üblicherweise nicht durch signifikante Änderungen der Temperatur und des Drucks beeinflusst wird, sobald es den Analysator erreicht hat.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

In-Situ-Messgeräte:

Bei In-Situ-Messgeräten wird die Messung unter Betriebsbedingungen durchgeführt, daher ist eine Korrektur/Kompensation (Normierung) von Druck und Temperatureinflüssen (sowie Feuchte) notwendig. Diese Normierung/Kompensation wird normalerweise extern im Emissionswerterechner zusammen mit der Feuchtekorrektur durchgeführt. Sind die Messwertaufnehmer für die Korrekturwerte im Messgerät integriert und wird die Korrektur/Kompensation im Messgerät durchgeführt, sind diese Komponenten mit zu prüfen.

Auswertung

Bei der geprüften Messeinrichtung handelt es sich um eine in-situ-Messeinrichtung. Es besteht die Möglichkeit, Messsignale von externen Sensoren für Druck- und Temperaturmessungen in das Gerät einzulesen und die gemessenen Konzentrationswerte auf dieser Basis entsprechend zu korrigieren.

Im Rahmen der vorliegenden Prüfung wurde am Referenzpunkt durch gezielte Vorgabe von verschiedenen Druckwerten als Inputwerte überprüft, ob die Berücksichtigung/Verrechnung dieser Werte korrekt durchgeführt wird.

Bewertung

Der Einfluss des Probegasdrucks lag bei max. 0,40 %.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,012 mg/m³ verwendet.

Tabelle 13: Prüfung der Abhängigkeit vom Probegasdruck für HF

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Druck kPa	Gerät 1 Messwert mg/m³	Gerät 1 Abweichung %ZB	Gerät 1 b_f	Gerät 2 Messwert mg/m³	Gerät 2 Abweichung %ZB	Gerät 2 b_f
98,3	3,53	-0,20	0,003	3,52	0,00	0,000
101,3	3,54	-	-	3,52	-	-
104,3	3,53	-0,20	-0,003	3,54	0,40	0,007
maximaler Wert		**-0,20**	**-0,003**		**0,40**	**0,007**
$x_{i,adj}$	3,54			3,52		
x_{imax}	3,53			3,54		
x_{imin}	3,53			3,52		
u	0,010			0,012		

maximale Unsicherheit u = 0,012 mg/m³

$$u=\sqrt{\frac{(x_{i,max}-x_{i,adj})^2+(x_{i,min}-x_{i,adj})\bullet(x_{i,max}-x_{i,adj})+(x_{i,min}-x_{i,adj})^2}{3}} \quad (D.3)$$

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.16 [6.16 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen folgende Mindestanforderung an den Einfluss des Probegasvolumenstroms einhalten, wenn der Probegasvolumenstrom sich ändert.
Der Einfluss des Probegasvolumenstroms darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf er 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.
Falls der Hersteller nur geringere Abweichungen erlaubt, sind diese verbindlich und dürfen nicht überschritten werden.
Die Unterschreitung der unteren Grenze des Probegasvolumenstroms muss durch ein Statussignal angezeigt werden.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung arbeitet direkt im Abgaskanal. Aus diesem Grund ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.

Auswertung

Hier nicht zutreffend.

Bewertung

Die Messeinrichtung arbeitet direkt im Abgaskanal. Aus diesem Grund ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.

Damit ist die Mindestanforderung hier nicht zutreffend.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht zutreffend.

6b.17 [6.17 Einfluss der Netzspannung]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen folgende Mindestanforderung an den Einfluss der Netzspannung einhalten, wenn die Versorgungsspannung der AMS von –15 % vom Sollwert unterhalb bis +10 % vom Sollwert oberhalb des Sollwertes der Versorgungsspannung geändert wird.
Der Einfluss der Netzspannung darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf er 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.
Die AMS muss den Betrieb bei einer Netzspannung, die den Anforderungen der EN 50160 entspricht, zulassen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas) und einem Trenntransformator.

Durchführung der Prüfung

Die AMS wurden über einen Trenntransformator an die Versorgungsspannung angeschlossen.

Für jede Spannungsstufe wurden die Messsignale der AMS am Nullpunkt und am Referenzpunkt nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt. Die Abweichungen zwischen den Mittelwerten der Geräteanzeigen bei den einzelnen Spannungsstufen und dem Mittelwert der Geräteanzeigen beim Sollwert der Versorgungsspannung wurde ermittelt.

Da die AMS die Mindestanforderung bereits bei der ersten Prüfung mit einem Faktor zwei oder mehr erfüllte, wurde auf weitere Prüfungen verzichtet.

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale der einzelnen Spannungsstufen zum Messwert am Beginn der Prüfung wurden ermittelt.

Des Weiteren wurde der Empfindlichkeitskoeffizient der Versorgungsspannung nach folgender Gleichung ermittelt.

$$b_{sv} = \frac{(x_2 - x_1)}{(U_2 - U_1)}$$

mit:

b_{sv}	der Empfindlichkeitsfaktor der Versorgungsspannung
x_1	der Mittelwert der Messsignale bei der Spannung U_1
x_2	der Mittelwert der Messsignale bei der Spannung U_2
U_1	die niedrigere Versorgungsspannung
U_2	die höhere Versorgungsspannung

Bewertung

Die größte Abweichung beträgt am Nullpunkt 0,0 % und am Referenzpunkt 0,2 %. Der größte Wert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt am Nullpunkt 0,000 und am Referenzpunkt 0,001.

Damit wurde die Mindestanforderung eingehalten.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,006 mg/m³ verwendet.

Tabelle 14: Einfluss der Netzspannung

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Spannung Volt	Gerät 1 – Nullpunkt Messwert mg/m³	Nullpunkt Abweichung %ZB	Nullpunkt b_V	Referenzpunkt Messwert mg/m³	Referenzpunkt Abweichung %ZB	Referenzpunkt b_V
230	0,01	-		3,55	-	
242	0,01	0,0	0,000	3,54	-0,2	-0,001
253	0,01	0,0	0,000	3,55	0,0	0,001
219	0,01	0,0	0,000	3,55	0,0	0,000
207	0,01	0,0	0,000	3,55	0,0	0,000
196	0,01	0,0	0,000	3,54	-0,2	0,001
maximaler Wert		**0,0**	**0,000**	**-**	**-0,2**	**0,001**
b_V (253/196 Volt)			**0,000**			**0,000**
$x_{i,adj}$	0,01			3,55		
x_{imax}	0,01			3,55		
x_{imin}	0,01			3,54		
u	0,000			0,006		

Spannung Volt	Gerät 2 – Nullpunkt Messwert mg/m³	Nullpunkt Abweichung %ZB	Nullpunkt b_V	Referenzpunkt Messwert mg/m³	Referenzpunkt Abweichung %ZB	Referenzpunkt b_V
230	0,00	-		3,55	-	
242	0,00	0,0	0,000	3,55	0,0	0,000
253	0,00	0,0	0,000	3,55	0,0	0,000
219	0,00	0,0	0,000	3,55	0,0	0,000
207	0,00	0,0	0,000	3,55	0,0	0,000
196	0,00	0,0	0,000	3,56	0,2	-0,001
maximaler Wert		**0,0**	**0,000**	**-**	**0,2**	**-0,001**
b_V (253/196 Volt)			**0,000**			**0,000**
$x_{i,adj}$	0,00			3,55		
x_{imax}	0,00			3,56		
x_{imin}	0,00			3,55		
u	0,000			0,006		

maximale Unsicherheit u = 0,006 mg/m³

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \bullet (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}} \quad (D.3)$$

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzelwerte der Netzspannungsprüfung sind im Anhang in Tabelle 45 dargestellt.

6b.18 [6.18 Einfluss von Schwingungen]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt auf Grund von Schwingungen, die üblicherweise an industriellen Anlagen auftreten, müssen folgende Mindestanforderungen an den Einfluss von Schwingungen einhalten.

Die Abweichungen dürfen 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert und für O_2 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Falls die vom Hersteller spezifizierten Anwendungsbedingungen einen Schwingungstest erfordern, ist die AMS im Labor und im Feld dahingehend zu untersuchen, ob übliche Schwingungen das Leistungsvermögen der Messeinrichtung beeinflussen.

Diese Prüfung ist nur für Messeinrichtungen erforderlich die direkt am Abgaskanal arbeiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas) und einem Vibrationsteststand.

Durchführung der Prüfung

Eine AMS wurde zur Überprüfung des Einflusses von Schwingungen auf dem Teststand installiert. Bevor das Gerät den Schwingungen ausgesetzt wurde, wurde eine Funktionskontrolle durchgeführt und Prüfgas am Null- und Referenzpunkt aufgegeben. In jeder Achslage wurde das Gerät bei einer Auslenkung von ± 0,3 mm, einem Frequenzbereich von 10 Hz bis 60 Hz mit einer Oktave pro Minute ausgesetzt. Im Frequenzbereich von 60 Hz bis 160 Hz betrug die Beschleunigung 1 g. Wurden Resonanzen beobachtet, wurde bei diesen Frequenzen das Gerät im Anschluss noch einmal jeweils über eine Dauer von 2 Minuten auf dem Teststand überprüft. Die Beschleunigung von 1 g wurde beibehalten. Nach Beenden des Testdurchlaufs wurde die Funktionstüchtigkeit des Geräts überprüft und erneut Prüfgas am Null- und Referenzpunkt aufgegeben. Die Messsignale wurden mit denen zu Beginn des Tests gemessenen verglichen.

Für alle drei zu prüfenden Achsen wurde das gleiche Testprogramm durchlaufen.

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale nach Überprüfen der einzelnen Achsen wurden ermittelt.



Bewertung

Beim Vibrationstest wurden keine Beeinträchtigungen der Messeinrichtung durch Vibrationen festgestellt.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Test Ergebnis für Sende und Empfangseinheit auf der x-Achse (Achse 1)

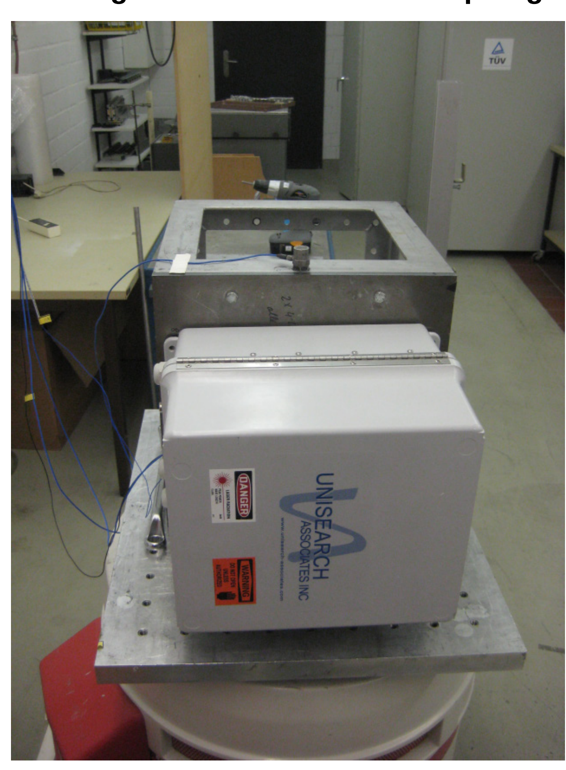




Abbildung 14: LasIR Sender während des Vibrationstests an Achse 1

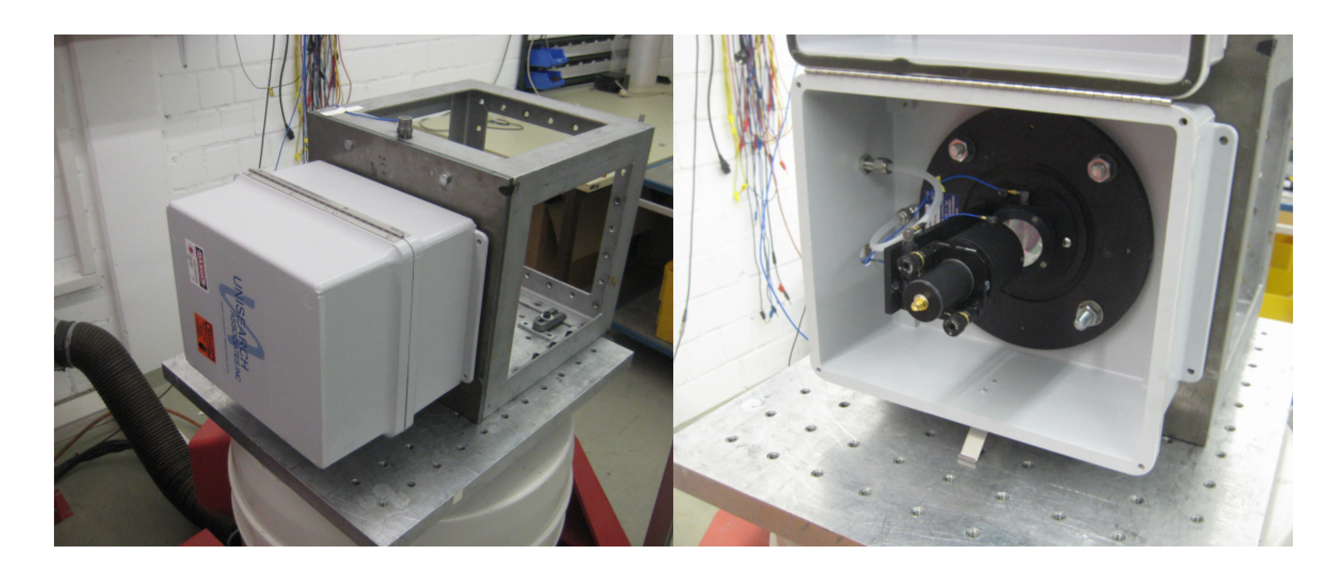


Abbildung 15: LasIR Empfänger während des Vibrationstests an Achse 1

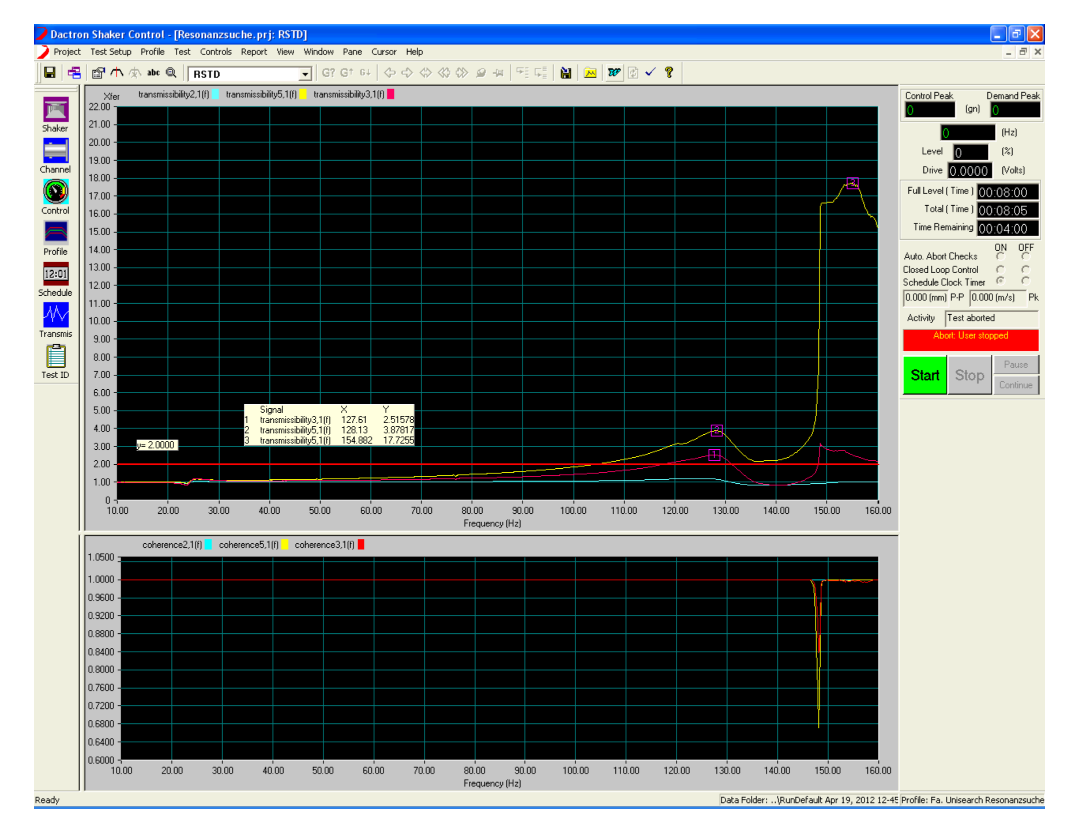


Abbildung 16: Resonanzfrequenzsuche an der Empfangseinheit auf Achse 1

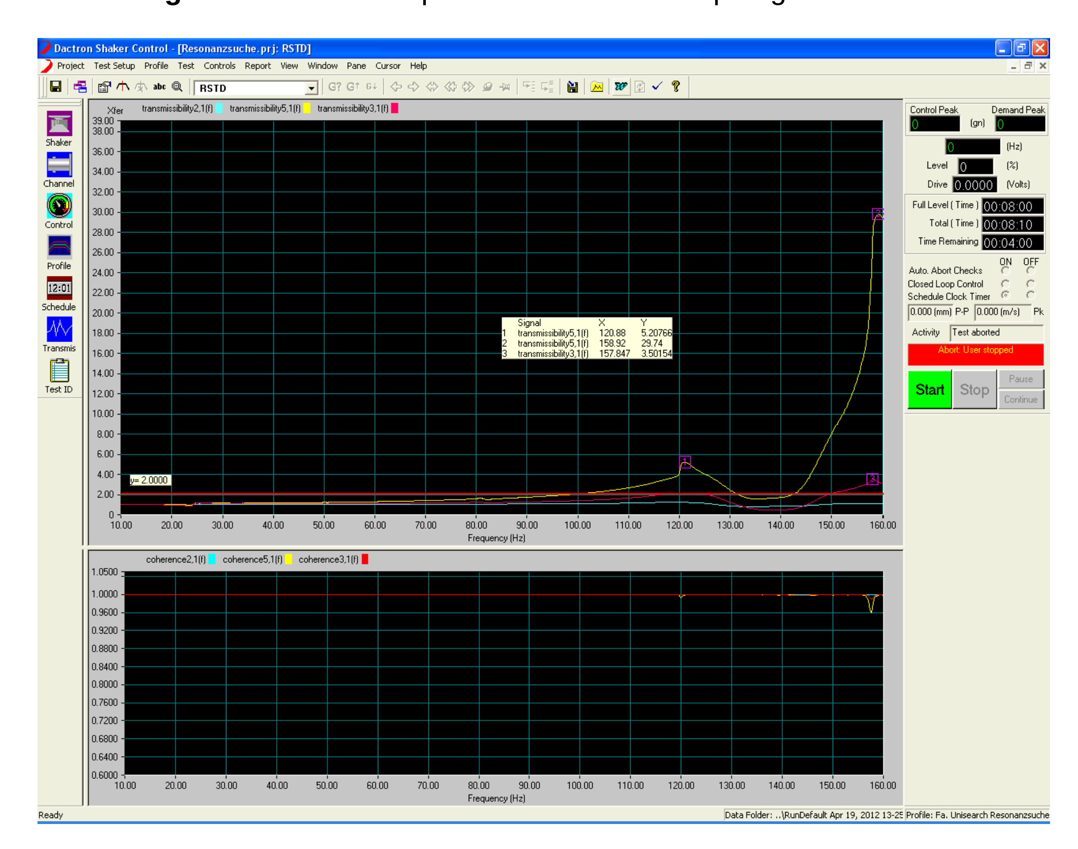


Abbildung 17: Resonanzfrequenzsuche an der Sendeeinheit auf Achse 1



Im Anschluss wurde auf den Frequenzen, auf denen Resonanzen gefunden wurden, ein weiterer Test mit einer Dauer von 2 Minuten durchgeführt. Dies waren 128,1 Hz und 154,8 Hz an der Empfangseinheit und 120,8 Hz und 158,9 Hz an der Sendeeinheit.

Ergebnisse der Funktionsprüfung nach dem Test an Achse 1:

	Nullpunkt HF	Referenzpunkt HF
mA	3,99	3,99
mA	15,31	15,35
Status	OK	OK

Test Ergebnis für Sende und Empfangseinheit auf der z-Achse (Achse 2)

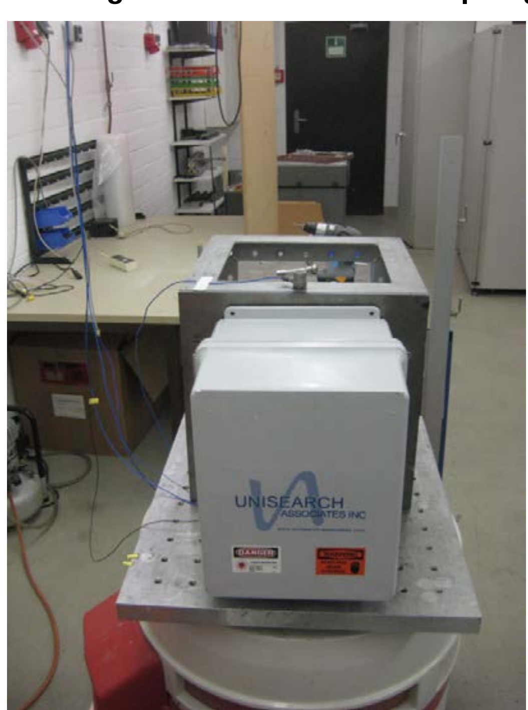
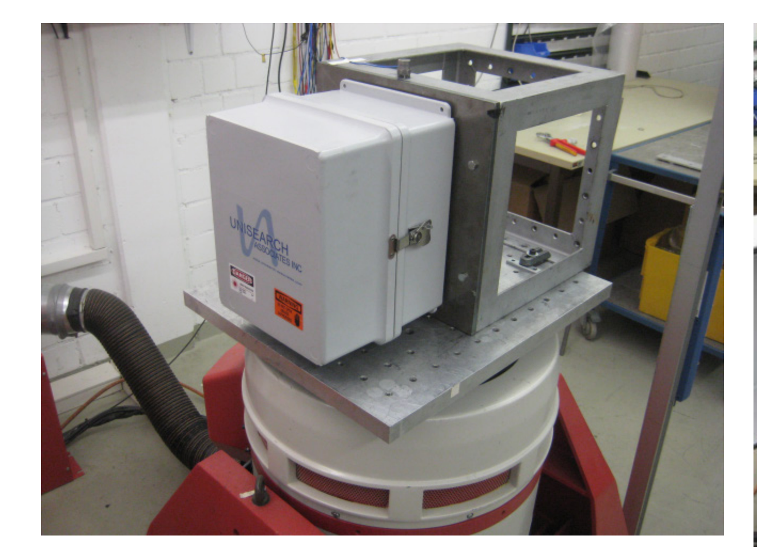




Abbildung 18: LasIR Sender während des Vibrationstests an Achse 2





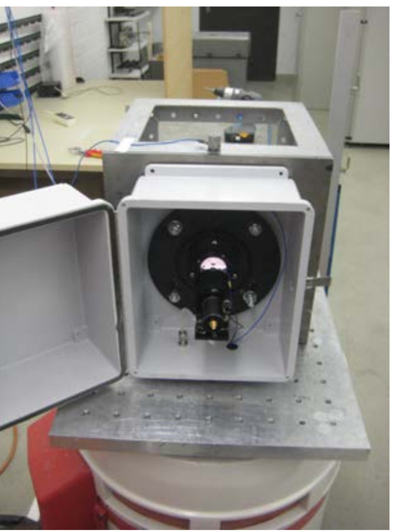


Abbildung 19: LasIR Empfänger während des Vibrationstests an Achse 2

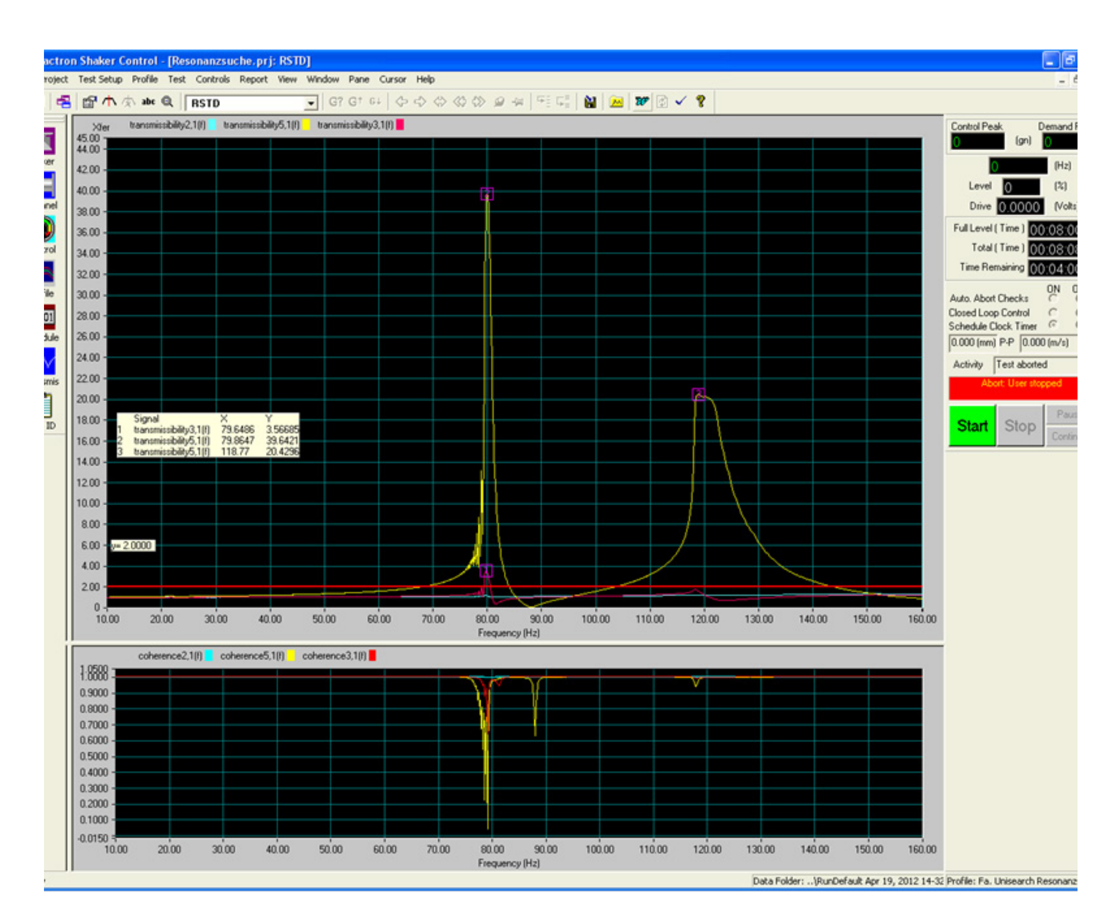


Abbildung 20: Resonanzfrequenzsuche an der Sendeeinheit Achse 2

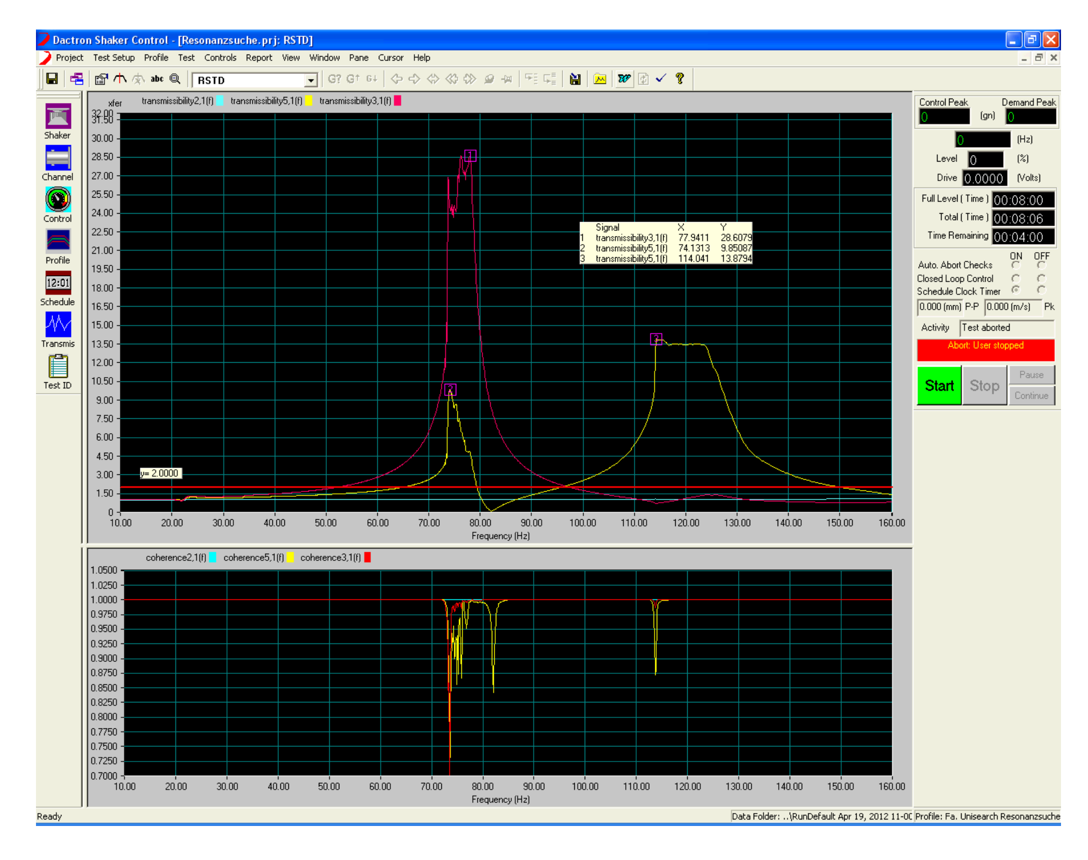


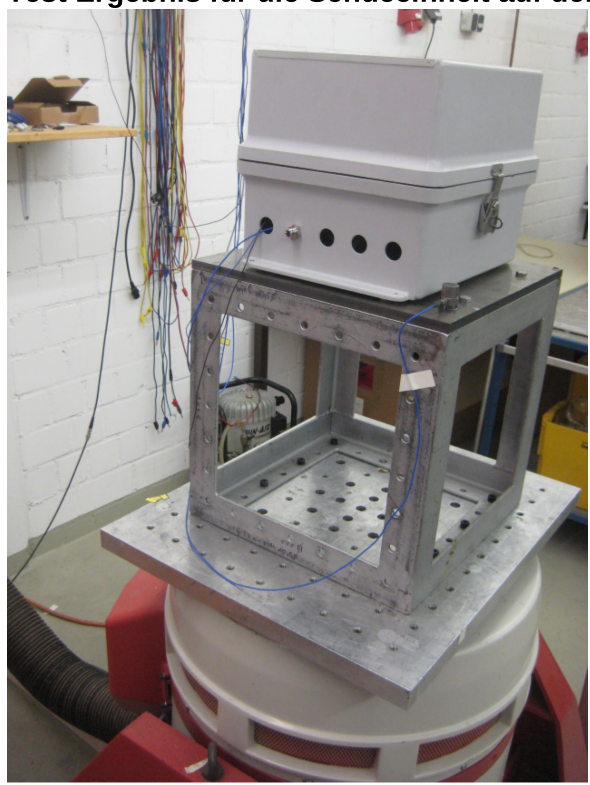
Abbildung 21: Resonanzfrequenzsuche an der Empfangseinheit Achse 2

Im Anschluss wurde auf den Frequenzen, auf denen Resonanzen gefunden wurden, ein weiterer Test mit einer Dauer von 2 Minuten durchgeführt. Dies waren 79,6 Hz und 118,7 Hz an der Empfangseinheit und 77,9 Hz und 114,0 Hz an der Sendeeinheit.

Ergebnisse der Funktionsprüfung nach dem Test an Achse 2:

	Nullpunkt HF	Referenzpunkt HF
mA	4,04	3,95
mA	15,39	15,36
Status	OK	OK

Test Ergebnis für die Sendeeinheit auf der y-Achse (Achse 3)



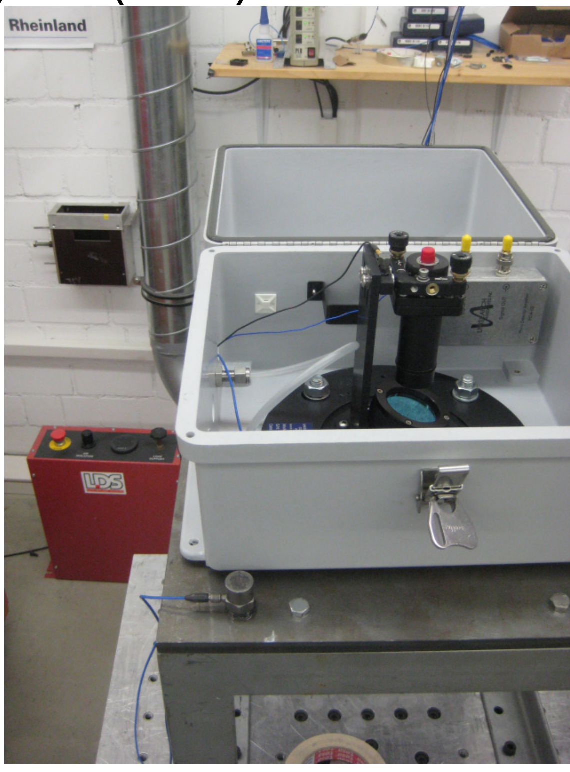


Abbildung 22: LasIR Sendeeinheit während des Vibrationstests an Achse 3

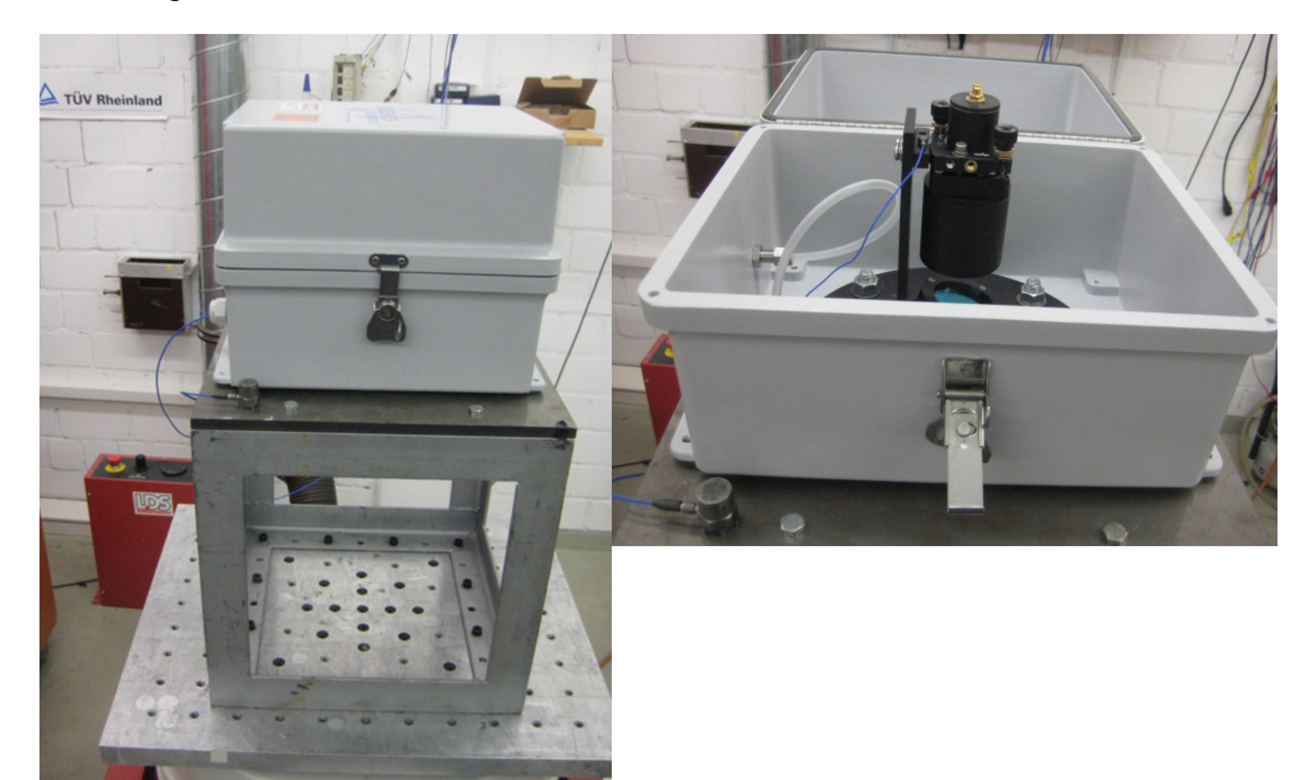


Abbildung 23: LasIR Sendeeinheit während des Vibrationstests an Achse 3



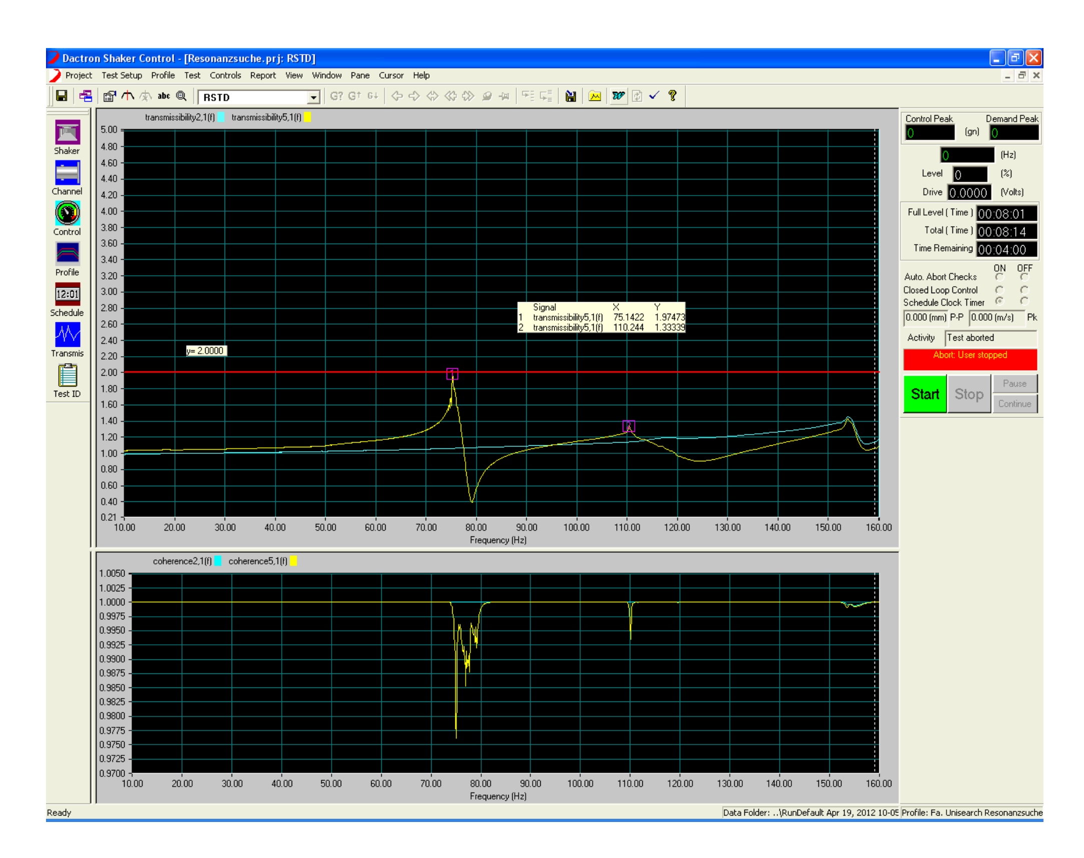


Abbildung 24: Resonanzfrequenzsuche an der Sendeeinheit Achse 3

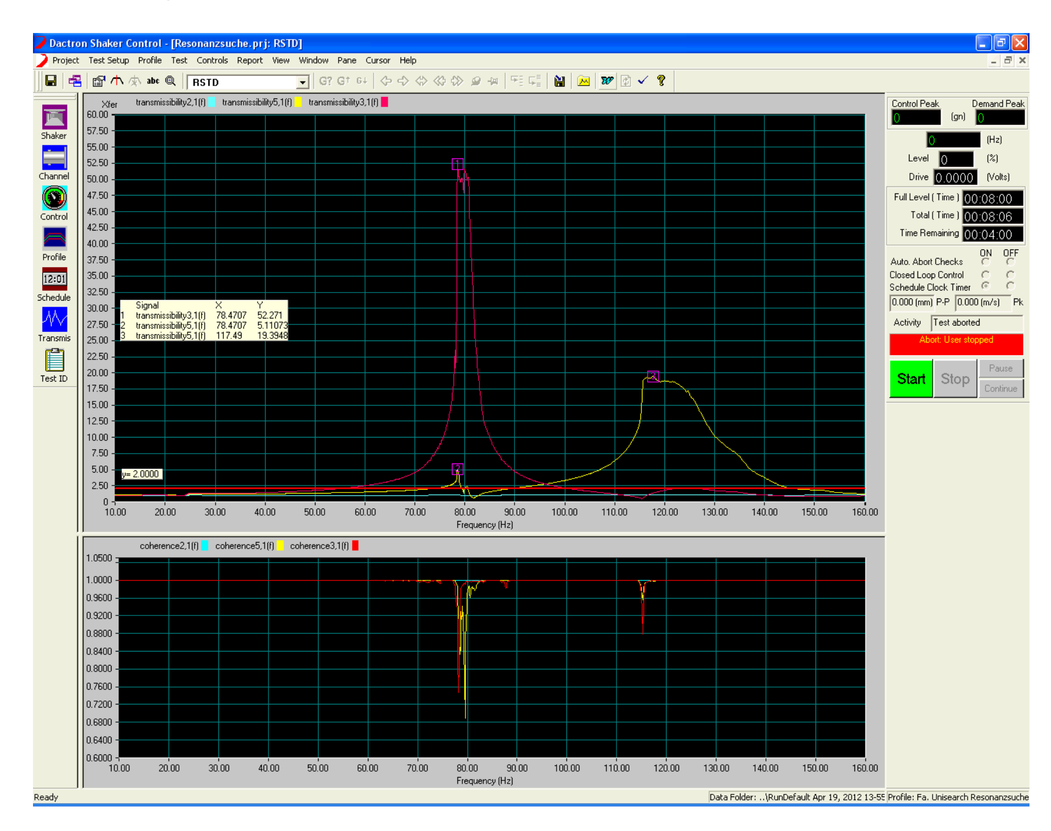


Abbildung 25: Resonanzfrequenzsuche an der Empfangseinheit Achse 3

Ergebnisse der Funktionsprüfung nach dem Test an Achse 3:

	Nullpunkt HF	Referenzpunkt HF
mA	4,03	4,03
mA	15,28	15,33
Status	OK	OK

Im Anschluss wurde auf den Frequenzen, auf denen Resonanzen gefunden wurden, ein weiterer Test mit einer Dauer von 2 Minuten durchgeführt. Dies waren 75,1 Hz und 110,2 Hz an der Empfangseinheit und 78,4 Hz und 117,5 Hz an der Sendeeinheit.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.



6b.19 [6.19 Querempfindlichkeiten]

Der Hersteller muss jeden bekannten Störeinfluss beschreiben. Prüfungen für Störeinflüsse, die nicht auf gasförmige Störkomponenten zurückzuführen sind, oder Prüfungen für Gase, die nicht im Anhang B der DIN EN 15267-3 aufgeführt sind, müssen mit dem Prüflaboratorium vereinbart werden.
Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden Mindestanforderungen an die Querempfindlichkeit am Nullpunkt und am Referenzpunkt einhalten.
Die Summe der positiven und die Summe der negativen Querempfindlichkeiten darf für jede Komponente nicht 4 % vom Zertifizierungsbereichsendwert überschreiten. Für Sauerstoff gilt als Grenze die Summe von 0,4 Vol.-%.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas), Massenstromreglern und Querempfindlichkeitsgasen.

Durchführung der Prüfung

Zunächst wurde das Prüfgas ohne Störkomponente aufgegeben danach mit Störkomponente. Die Messsignale der AMS wurden für jedes Prüfgas nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Die Messsignale der Aufgabe ohne Störkomponente wurden mit den Messsignalen mit Störkomponente verglichen.

Zur Prüfung der Querempfindlichkeiten wurden die in Tabelle 15 aufgeführten Komponenten aufgegeben.

Tabelle 15: Konzentrationswerte der Störkomponenten

Komponente	Wert	Einheit
O_2	3* / 21	Vol.-%
H_2O	30	Vol.-%
CO_2	15	Vol.-%
CO	300	mg/m^3
CH_4	50	mg/m^3
N_2O	20	mg/m^3
N_2O (Wirbelschichtfeuerung)	100	mg/m^3
NO	300	mg/m^3
NO_2	30	mg/m^3
NH_3	20	mg/m^3
SO_2	200	mg/m^3
SO_2 (Kohlekraftwerke ohne Entschwefelung)	1000	mg/m^3
HCl	50	mg/m^3
HCl (Kohlekraftwerke)	200	mg/m^3

Bei signifikanten Abweichungen von > 1,0 % wurde die Querempfindlichkeitsprüfung im größeren Messbereich der beeinflussten Komponente wiederholt. Für diesen Test wurde die entsprechend höhere Konzentration der Querempfindlichkeitskomponente gewählt. Die Konzentration ergibt sich aus dem Verhältnis des kleinen Messbereichs zum höheren Messbereich. Die Konzentration der Querempfindlichkeitskomponente erhöht sich im gleichen Verhältnis.

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale bei Aufgabe der einzelnen Querempfindlichkeitskomponenten wurden ermittelt.

Alle positiven Abweichungen über 0,5 % der Prüfgaskonzentration und alle negativen Abweichungen unter -0,5 % der Prüfgaskonzentration am Nullpunkt und am Referenzpunkt wurden aufsummiert.

Die Abweichungen der Messsignale bei Aufgabe der einzelnen Querempfindlichkeitskomponenten wurden ermittelt.

Bewertung

Die größte Abweichung beträgt für den Nullpunkt 0,0 % und für den Referenzpunkt 0,0 %.
Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,00 mg/m³ verwendet.

Tabelle 16: Querempfindlichkeiten Gerät 1

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Begleitstoff			Messgerät 1 – Nullpunkt				Referenzpunkt			
			Sollwert mg/m³	Istwert mg/m³	%PG	%ZB	Sollwert mg/m³	Istwert mg/m³	%PG	%ZB
O_2	21	Vol.-%	-0,002	0,002	≤ 0,50	-	4,00	3,99	≤ 0,50	-
O_2	3	Vol.-%	-0,004	-0,005	≤ 0,50	-	4,01	4,01	≤ 0,50	-
H_2O	30	Vol.-%	-0,001	-0,003	≤ 0,50	-	4,00	3,99	≤ 0,50	-
CO	300	mg/m³	0,000	-0,001	≤ 0,50	-	4,00	4,00	≤ 0,50	-
CO_2	15	Vol.-%	-0,002	-0,004	≤ 0,50	-	3,99	4,01	≤ 0,50	-
CH_4	50	mg/m³	0,000	0,000	≤ 0,50	-	3,99	4,00	≤ 0,50	-
N_2O	100	mg/m³	0,000	0,000	≤ 0,50	-	4,01	4,01	≤ 0,50	-
NO	300	mg/m³	-0,002	0,000	≤ 0,50	-	3,99	4,01	≤ 0,50	-
NO_2	30	mg/m³	-0,002	-0,006	≤ 0,50	-	4,00	3,99	≤ 0,50	-
NH_3	20	mg/m³	-0,007	0,000	≤ 0,50	-	3,99	4,01	≤ 0,50	-
SO_2	1000	mg/m³	-0,004	-0,004	≤ 0,50	-	4,02	4,00	≤ 0,50	-
HCl	200	mg/m³	-0,002	-0,002	≤ 0,50	-	4,01	4,00	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen						-				-
Summe negative Abweichungen						-				-

Alle Abweichungen <= 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 17: Querempfindlichkeiten Gerät 2

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Begleitstoff			Messgerät 2							
			Nullpunkt				Referenzpunkt			
			Sollwert mg/m³	Istwert mg/m³	%PG	%ZB	Sollwert mg/m³	Istwert mg/m³	%PG	%ZB
O_2	21	Vol.-%	0,007	0,004	≤ 0,50	-	4,02	4,03	≤ 0,50	-
O_2	3	Vol.-%	0,004	0,004	≤ 0,50	-	4,02	4,03	≤ 0,50	-
H_2O	30	Vol.-%	0,005	0,004	≤ 0,50	-	4,01	4,02	≤ 0,50	-
CO	300	mg/m³	0,001	0,009	≤ 0,50	-	4,00	4,00	≤ 0,50	-
CO_2	15	Vol.-%	0,001	0,001	≤ 0,50	-	4,01	4,02	≤ 0,50	-
CH_4	50	mg/m³	0,007	0,006	≤ 0,50	-	4,00	4,02	≤ 0,50	-
N_2O	100	mg/m³	0,008	0,008	≤ 0,50	-	4,00	4,01	≤ 0,50	-
NO	300	mg/m³	0,002	0,005	≤ 0,50	-	4,00	4,02	≤ 0,50	-
NO_2	30	mg/m³	0,008	0,005	≤ 0,50	-	4,00	3,99	≤ 0,50	-
NH_3	20	mg/m³	0,001	0,013	≤ 0,50	-	3,99	4,00	≤ 0,50	-
SO_2	1000	mg/m³	0,009	0,003	≤ 0,50	-	4,01	4,02	≤ 0,50	-
HCl	200	mg/m³	0,004	0,014	≤ 0,50	-	4,00	4,02	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen						**-**				**-**
Summe negative Abweichungen						**-**				**-**

Alle Abweichungen <= 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

maximale Abweichung **0,00** **%ZB** = **0,00** **mg/m³**
maximale Unsicherheit u = **0,00** **mg/m³** = max $\Delta x / \sqrt{3}$ (D.6)

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Abweichungen am Null- und Referenzpunkt unter Einfluss der einzelnen Störkomponenten sind in Tabelle 46 dargestellt.

6b.20 [6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-Situ-AMS]

Bei Auswanderung des Messstrahls von optischen AMS müssen die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt folgende Mindestanforderung für die maximal vom Hersteller erlaubte Winkelabweichung einhalten. Dieser Winkel muss mindestens 0,3° betragen.
Die Abweichungen der Messsignale bei Auswanderung des Messstrahls darf 2,0 % des Zertifizierungsbereichsendwerts nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase sowie Datenerfassung und eine optische Bank.

Durchführung der Prüfung

Die Verschwenkungen wurden bei einer Weglänge von 1,0 m für den Nullpunkt und den Referenzpunkt durchgeführt. Die Verschwenkungen wurden schrittweise, mit 0,05° pro Schritt, durchgeführt. Geprüft wurde bis zu einem Winkel von 0,5°.

Des Weiteren wurde die automatische Ausrichtung der AMS geprüft.

Auswertung

Die Messsignale bei einer Verschwenkung von bis zu 0,5° wurden überprüft.

Bewertung

Es wurde eine Verschwenkung von bis zu 0,5° überprüft. Die maximale Abweichung des Messsignals lag bei 0,75 % für die Komponente HF.

Die automatische Ausrichtung der AMS

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,022 mg/m³ verwendet.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Messsignale der Verschwenkungswinkel der AMS sind in Tabelle 18 bis Tabelle 21 dargestellt.

Der maximal zulässige Verschwenkungswinkel beträgt 0,5°.



Tabelle 18: Verschwenkungsuntersuchung Komponente HF, Sender, Gerät 1

Messgerät: LasIR
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Verschwenkung	Links				Rechts			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
in °	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB
0	4,00	-	15,32	-	3,99	-	15,28	-
0,05	3,95	-0,31	15,28	-0,25	3,95	-0,25	15,29	0,06
0,1	3,95	-0,31	15,28	-0,25	3,96	-0,19	15,25	-0,19
0,15	3,92	-0,50	15,26	-0,38	3,96	-0,19	15,29	0,06
0,2	3,96	-0,25	15,30	-0,12	3,96	-0,19	15,26	-0,12
0,25	3,95	-0,31	15,31	-0,06	3,98	-0,06	15,27	-0,06
0,3	3,97	-0,19	15,31	-0,06	3,94	-0,31	15,27	-0,06
0,35	3,95	-0,31	15,29	-0,19	3,95	-0,25	15,17	-0,69
0,4	3,96	-0,25	15,28	-0,25	3,91	-0,50	15,27	-0,06
0,5	3,99	-0,06	15,29	-0,19	3,90	-0,56	15,22	-0,37
Verschwenkung	Oben				Unten			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
in °	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB
0	3,95	-	15,32	-	3,99	-	15,34	-
0,05	3,94	-0,06	15,36	0,25	4,02	0,19	15,32	-0,12
0,1	3,95	0,00	15,32	0,00	4,01	0,12	15,32	-0,12
0,15	3,98	0,19	15,34	0,12	4,06	0,44	15,28	-0,38
0,2	3,96	0,06	15,29	-0,19	3,98	-0,06	15,27	-0,44
0,25	3,97	0,13	15,34	0,12	3,95	-0,25	15,36	0,12
0,3	3,96	0,06	15,32	0,00	3,98	-0,06	15,31	-0,19
0,35	4,02	0,44	15,33	0,06	3,99	0,00	15,34	0,00
0,4	3,98	0,19	15,36	0,25	3,99	0,00	15,32	-0,12
0,5	3,99	0,25	15,31	-0,06	4,02	0,19	15,29	-0,31

maximaler Wert am Nullpunkt	-0,56	%	u =	-0,016
maximaler Wert am Referenzpunkt	-0,69	%	u =	-0,020

Tabelle 19: Verschwenkungsuntersuchung Komponente HF, Sender, Gerät 2

Messgerät: LasIR
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Verschwenkung	Links				Rechts			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
in °	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB
0	3,99	-	15,32	-	3,96	-	15,36	-
0,05	3,96	-0,19	15,35	0,19	3,98	0,13	15,32	-0,25
0,1	3,98	-0,06	15,43	0,69	3,99	0,19	15,29	-0,44
0,15	3,96	-0,19	15,31	-0,06	3,99	0,19	15,35	-0,06
0,2	3,98	-0,06	15,32	0,00	4,02	0,37	15,35	-0,06
0,25	4,02	0,19	15,39	0,44	4,05	0,56	15,35	-0,06
0,3	4,06	0,44	15,38	0,38	3,89	-0,44	15,34	-0,12
0,35	3,94	-0,31	15,33	0,06	3,96	0,00	15,32	-0,25
0,4	3,98	-0,06	15,30	-0,12	4,02	0,37	15,33	-0,19
0,5	3,92	-0,44	15,28	-0,25	4,01	0,31	15,33	-0,19
Verschwenkung	Oben				Unten			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
in °	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB	Messwert mA	Abw. % MB
0	4,05	-	15,30	-	3,96	-	15,32	-
0,05	4,02	-0,19	15,36	0,37	3,98	0,13	15,36	0,25
0,1	4,01	-0,25	15,38	0,50	3,95	-0,06	15,32	0,00
0,15	4,01	-0,25	15,36	0,37	3,97	0,06	15,31	-0,06
0,2	3,98	-0,44	15,38	0,50	3,95	-0,06	15,28	-0,25
0,25	3,96	-0,56	15,38	0,50	3,95	-0,06	15,29	-0,19
0,3	3,96	-0,56	15,39	0,56	4,05	0,56	15,28	-0,25
0,35	3,98	-0,44	15,35	0,31	4,04	0,50	15,30	-0,12
0,4	4,01	-0,25	15,34	0,25	3,98	0,13	15,30	-0,12
0,5	3,97	-0,50	15,42	0,75	4,06	0,62	15,37	0,31

maximaler Wert am Nullpunkt	0,56	%	u =	0,016
maximaler Wert am Referenzpunkt	0,75	%	u =	0,022

Tabelle 20: Verschwenkungsuntersuchung Komponente HF, Empfänger, Gerät 1

Messgerät: LasIR
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Verschwenkung	Links				Rechts			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
in	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.
°	mA	% MB	mA	% MB	mA	% MB	mA	% MB
0	3,99	-	15,28	-	3,98	-	15,24	-
0,05	4,02	0,19	15,24	-0,25	3,99	0,06	15,28	0,25
0,1	4,02	0,19	15,26	-0,12	3,99	0,06	15,28	0,25
0,15	4,05	0,37	15,24	-0,25	4,02	0,25	15,26	0,12
0,2	4,03	0,25	15,24	-0,25	4,05	0,44	15,26	0,12
0,25	4,01	0,12	15,28	0,00	4,04	0,38	15,28	0,25
0,3	4,03	0,25	15,22	-0,37	4,05	0,44	15,28	0,25
0,35	4,03	0,25	15,21	-0,44	4,02	0,25	15,24	0,00
0,4	4,02	0,19	15,23	-0,31	4,02	0,25	15,26	0,12
0,5	4,01	0,12	15,22	-0,37	4,01	0,19	15,28	0,25
Verschwenkung	Oben				Unten			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
in	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.
°	mA	% MB	mA	% MB	mA	% MB	mA	% MB
0	4,03	-	15,34	-	4,00	-	15,28	-
0,05	4,01	-0,13	15,33	-0,06	4,00	0,00	15,29	0,06
0,1	4,01	-0,13	15,31	-0,19	4,03	0,19	15,33	0,31
0,15	4,02	-0,06	15,31	-0,19	4,02	0,12	15,31	0,19
0,2	4,02	-0,06	15,28	-0,38	4,03	0,19	15,26	-0,12
0,25	4,05	0,12	15,27	-0,44	4,01	0,06	15,27	-0,06
0,3	4,03	0,00	15,29	-0,31	4,01	0,06	15,24	-0,25
0,35	4,01	-0,13	15,28	-0,38	4,01	0,06	15,28	0,00
0,4	4,01	-0,13	15,24	-0,62	3,97	-0,19	15,28	0,00
0,5	4,03	0,00	15,28	-0,38	3,99	-0,06	15,29	0,06

maximaler Wert am Nullpunkt	0,44	%	u =	0,013
maximaler Wert am Referenzpunkt	-0,62	%	u =	0,018

Tabelle 21: Verschwenkungsuntersuchung Komponente HF, Empfänger, Gerät 2

Messgerät: LasIR
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Verschwenkung	Links				Rechts			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
in	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.
°	mA	% MB	mA	% MB	mA	% MB	mA	% MB
0	4,03	-	15,33	-	3,99	-	15,27	-
0,05	3,98	-0,31	15,31	-0,12	4,02	0,19	15,29	0,12
0,1	3,96	-0,44	15,28	-0,31	3,98	-0,06	15,26	-0,06
0,15	3,95	-0,50	15,24	-0,56	3,97	-0,13	15,24	-0,19
0,2	3,98	-0,31	15,28	-0,31	3,98	-0,06	15,27	0,00
0,25	3,98	-0,31	15,28	-0,31	3,99	0,00	15,29	0,12
0,3	3,97	-0,38	15,33	0,00	3,98	-0,06	15,24	-0,19
0,35	3,96	-0,44	15,31	-0,12	3,96	-0,19	15,26	-0,06
0,4	3,99	-0,25	15,31	-0,12	3,94	-0,31	15,31	0,25
0,5	3,98	-0,31	15,34	0,06	3,98	-0,06	15,31	0,25
Verschwenkung	Oben				Unten			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
in	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.	Messwert	Abw.
°	mA	% MB	mA	% MB	mA	% MB	mA	% MB
0	3,99	-	15,36	-	3,97	-	15,34	-
0,05	3,94	-0,31	15,34	-0,12	3,98	0,06	15,32	-0,12
0,1	3,98	-0,06	15,32	-0,25	3,97	0,00	15,27	-0,44
0,15	3,96	-0,19	15,32	-0,25	3,97	0,00	15,28	-0,38
0,2	3,95	-0,25	15,34	-0,12	4,02	0,31	15,27	-0,44
0,25	3,97	-0,13	15,30	-0,37	4,01	0,25	15,29	-0,31
0,3	3,96	-0,19	15,29	-0,44	4,05	0,50	15,28	-0,38
0,35	3,97	-0,13	15,34	-0,12	4,01	0,25	15,27	-0,44
0,4	3,99	0,00	15,32	-0,25	4,03	0,38	15,29	-0,31
0,5	3,93	-0,38	15,34	-0,12	4,02	0,31	15,28	-0,38

maximaler Wert am Nullpunkt	0,50	%	u =	0,014
maximaler Wert am Referenzpunkt	-0,56	%	u =	-0,016

6b.21 [6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO_x]

Hersteller, die die Zertifizierung einer NOx-Messeinrichtung anstreben, müssen angeben, ob die Zertifizierung für die Messung von Stickstoffmonoxid (NO) und/oder Stickstoffdioxid (NO_2) gelten soll.
Das Prüflaboratorium hat den Wirkungsgrad von NO_x-Konvertern vor und nach dem Feldtest zu ermitteln. Der Konverterwirkungsgrad muss mindestens 95% betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

Durchführung der Prüfung

Bei der Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine NO_x Messeinrichtung. Daher ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.

Auswertung

Bei der Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine NO_x Messeinrichtung. Daher ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.

Bewertung

Bei der Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine NO_x Messeinrichtung. Daher ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.

Damit ist die Mindestanforderung hier nicht zutreffend.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht zutreffend.

6b.22 [6.22 Responsefaktoren]

Automatische Messeinrichtungen zur Messung von Gesamt-Kohlenstoff (TOC) müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten.
Der O_2-Einfluss darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.
Die Responsefaktoren müssen in folgendem Bereich liegen:

Methan	*0,90 bis 1,20*
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	*0,90 bis 1,10*
Aromatische Kohlenwasserstoffe	*0,80 bis 1,10*
Dichlormethan	*0,75 bis 1,15*
Aliphatische Alkohole	*0,70 bis 1,00*
Ester und Ketone	*0,70 bis 1,00*
Organische Säuren	*0,50 bis 1,00*

Es sind die Komponenten: Methan, Ethan, Benzol, Toluol, Dichlormethan und die Prüfgasmischung nach DIN EN 12619 zu prüfen.
Für AMS zur Ermittlung des Gesamtkohlenstoffgehalts in den Emissionen von Müllverbrennungsanlagen sind zusätzlich folgenden organischen Verbindungen zu prüfen:
Propan, Ethin, Ethylbenzol, p-Xylol, Chlorbenzol, Tetrachlorethylen, n-Butan n-Hexan, n-Octan, iso-Octan, Propen, Methanol, Butanol, Essigsäure, Essigsäuremethylester, Trichlormethan, Trichlorethylen.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

Durchführung der Prüfung

Bei der Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine TOC Messeinrichtung. Daher ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.

Auswertung

Bei der Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine TOC Messeinrichtung. Daher ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.

Bewertung

Bei der Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine TOC Messeinrichtung. Daher ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.

Damit ist die Mindestanforderung hier nicht zutreffend.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht zutreffend.



6c Feldprüfungen

6c.1 [7.1 Kalibrierfunktion]

Die Kalibrierfunktion ist durch Vergleichsmessungen mit einem Standardreferenzmessverfahren zu ermitteln.
Der Korrelationskoeffizient R² der Kalibrierfunktion muss mindestens 0,90 betragen. Die nach DIN EN 14181 ermittelte und zur Kalibrierfunktion gehörende Variabilität muss die in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegte maximal zulässige Messunsicherheit einhalten.
Die Kalibrierfunktion muss nach DIN EN 14181 auf der Basis von mindestens 15 Messungen ermittelt werden. Die Kalibrierfunktion ist zweimal zu ermitteln, einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldtests.

Falls die Konzentration im Feldtest konstant ist, kann die Kalibrierfunktion in Übereinstimmung mit der DIN EN 14181 durch zusätzliche Verwendung von Nullpunkt- und Referenzpunktwerten, die im Feldtest ermittelt wurden, aufgestellt werden.

Gerätetechnische Ausstattung

Standardreferenzmessverfahren für die jeweiligen Messkomponenten siehe Kapitel 5.

Durchführung der Prüfung

Die Kalibrierfunktion wurde einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldversuches bestimmt. Für die Berechnung der Kalibrierfunktion wurden für die AMS und das Standardreferenzmessverfahren die gleichen Abgasrandparameter verwendet. Wie in DIN EN 14181 beschrieben wurden jeweils 15 Messungen über drei Tage verteilt durchgeführt.

Die Messpunkte wurden nach DIN EN 15259 ausgewählt.

Auswertung

Die Kalibrierfunktionen wurden nach DIN EN 14181 anhand von jeweils 15 Messungen ermittelt.

Bewertung

Der Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion liegt zwischen 0,9107 und 0,9411. Die Geräte haben die Variabilitätsprüfung bestanden.

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 22 bis Tabelle 27 und in den Abbildung 26 bis Abbildung 31 im Folgenden dargestellt.

Tabelle 22: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für HF

LasIR im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung

Komponente	HF	
Gaszustand Messgerät	nf	
Messbereich	0 - 5,4	mg/m³
Zertifizierungsbereich	0 - 5	mg/m³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	0,345	mg/m³ / mA
Achsenabschnitt a	-1,499	mg/m³
Standardabweichung s_D	0,07	mg/m³
Korrelationskoeffizient R^2	0,9122	
Emissionsgrenzwert (E)	1	mg/m³
Konfidenzintervall	40	% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	0,4	mg/m³
15 % des Grenzwertes	0,15	mg/m³
Differenz y_{smax} - y_{smin}	0,7	mg/m³

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m³ (ntr)	Differenz D_i mg/m³	Differenz D_i - D_{Mittel} mg/m³	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³
1	1,35	1,34	0,01	0,01	0,00
2	1,05	1,00	0,05	0,05	0,00
3	0,99	0,99	0,00	0,00	0,00
4	0,91	0,99	-0,08	-0,08	0,01
5	1,21	1,14	0,07	0,07	0,00
6	0,74	0,62	0,12	0,12	0,01
7	0,71	0,65	0,06	0,06	0,00
8	0,67	0,66	0,01	0,01	0,00
9	0,65	0,78	-0,13	-0,13	0,02
10	0,81	0,75	0,06	0,06	0,00
11	0,66	0,66	0,00	0,00	0,00
12	0,69	0,70	-0,01	-0,01	0,00
13	0,67	0,75	-0,08	-0,08	0,01
14	0,68	0,75	-0,07	-0,07	0,00
15	0,63	0,63	0,00	0,00	0,00
Mittelwert			0,00		
Summe					0,06
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,07 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 40% x E / 1,96 =		0,2 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	0,2

Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.



Tabelle 23: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für HF

LasIR im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung

Komponente	HF	
Gaszustand Messgerät	nf	
Messbereich	0 - 5,5	mg/m³
Zertifizierungsbereich	0 - 5	mg/m³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	0,353	mg/m³ / mA
Achsenabschnitt a	-1,556	mg/m³
Standardabweichung s_D	0,06	mg/m³
Korrelationskoeffizient R^2	0,9411	
Emissionsgrenzwert (E)	1	mg/m³
Konfidenzintervall	40	% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	0,4	mg/m³
15 % des Grenzwertes	0,15	mg/m³
Differenz y_{smax} - y_{smin}	0,7	mg/m³

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m³ (ntr)	Differenz D_i mg/m³	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³
1	1,35	1,36	-0,01	-0,01	0,00
2	1,05	1,01	0,04	0,04	0,00
3	0,99	1,02	-0,03	-0,03	0,00
4	0,91	0,97	-0,06	-0,06	0,00
5	1,21	1,13	0,08	0,08	0,01
6	0,74	0,65	0,09	0,09	0,01
7	0,71	0,65	0,06	0,06	0,00
8	0,67	0,66	0,01	0,01	0,00
9	0,65	0,76	-0,11	-0,11	0,01
10	0,81	0,76	0,05	0,05	0,00
11	0,66	0,65	0,01	0,01	0,00
12	0,69	0,67	0,02	0,02	0,00
13	0,67	0,71	-0,04	-0,04	0,00
14	0,68	0,72	-0,04	-0,04	0,00
15	0,63	0,67	-0,04	-0,04	0,00
Mittelwert			0,00		
Summe					0,04
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,06 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 40% x E / 1,96 =		0,2 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	0,2

Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.

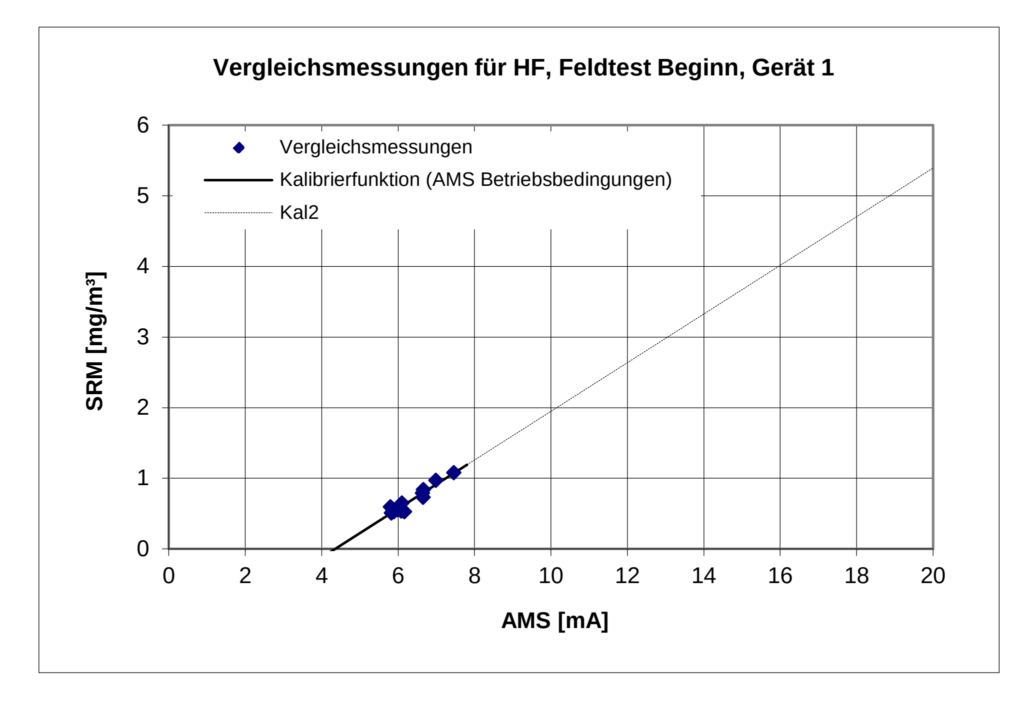


Abbildung 26: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für HF

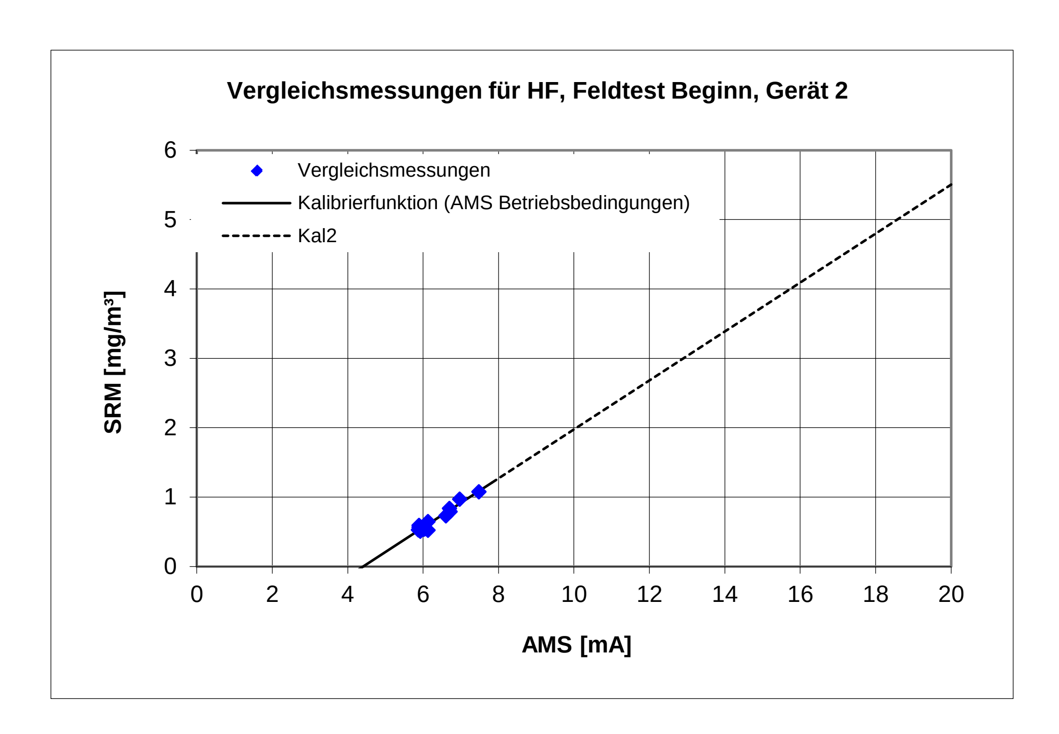


Abbildung 27: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für HF

Tabelle 24: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für HF

LasIR im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung

Komponente	HF	
Gaszustand Messgerät	nf	
Messbereich	0 - 5	mg/m³
Zertifizierungsbereich	0 - 5	mg/m³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	0,322	mg/m³ / mA
Achsenabschnitt a	-1,447	mg/m³
Standardabweichung s_D	0,09	mg/m³
Korrelationskoeffizient R^2	0,9159	
Emissionsgrenzwert (E)	1	mg/m³
Konfidenzintervall	40	% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	0,4	mg/m³
15 % des Grenzwertes	0,15	mg/m³
Differenz y_{smax} - y_{smin}	1,4	mg/m³

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m³ (ntr)	Differenz D_i mg/m³	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³
1	0,95	0,80	0,15	0,15	0,022
2	0,67	0,78	-0,11	-0,11	0,013
3	0,79	0,74	0,05	0,05	0,002
4	0,66	0,78	-0,12	-0,12	0,015
5	0,69	0,68	0,01	0,01	0,000
6	0,51	0,58	-0,07	-0,07	0,005
7	0,75	0,76	-0,01	-0,01	0,000
8	0,68	0,80	-0,12	-0,12	0,015
9	0,71	0,75	-0,04	-0,04	0,002
10	1,86	1,88	-0,02	-0,02	0,000
11	0,85	0,72	0,13	0,13	0,016
12	0,76	0,78	-0,02	-0,02	0,000
13	0,70	0,71	-0,01	-0,01	0,000
14	0,92	0,78	0,14	0,14	0,019
15	1,06	0,99	0,07	0,07	0,005
Mittelwert			0,00		
Summe					0,115
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,09 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 40% x E / 1,96 =		0,2 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	0,2

Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.

Tabelle 25: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für HF

LasIR im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung

Komponente	HF	
Gaszustand Messgerät	nf	
Messbereich	0 - 4,9	mg/m³
Zertifizierungsbereich	0 - 5	mg/m³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	0,317	mg/m³ / mA
Achsenabschnitt a	-1,412	mg/m³
Standardabweichung s_D	0,09	mg/m³
Korrelationskoeffizient R^2	0,9107	
Emissionsgrenzwert (E)	1	mg/m³
Konfidenzintervall	40	% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	0,4	mg/m³
15 % des Grenzwertes	0,15	mg/m³
Differenz y_{smax} - y_{smin}	1,4	mg/m³

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m³ (ntr)	Differenz D_i mg/m³	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³
1	0,95	0,81	0,14	0,14	0,019
2	0,67	0,78	-0,11	-0,11	0,012
3	0,79	0,76	0,03	0,03	0,001
4	0,66	0,80	-0,14	-0,14	0,020
5	0,69	0,67	0,02	0,02	0,000
6	0,51	0,61	-0,10	-0,10	0,010
7	0,75	0,73	0,02	0,02	0,000
8	0,68	0,79	-0,11	-0,11	0,012
9	0,71	0,77	-0,06	-0,06	0,004
10	1,86	1,88	-0,02	-0,02	0,000
11	0,85	0,73	0,12	0,12	0,014
12	0,76	0,75	0,01	0,01	0,000
13	0,70	0,71	-0,01	-0,01	0,000
14	0,92	0,77	0,15	0,15	0,022
15	1,06	0,99	0,07	0,07	0,005
Mittelwert			0,00		
Summe					0,121
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,09 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0		= 40% x E / 1,96 =	0,2 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	0,2

Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.



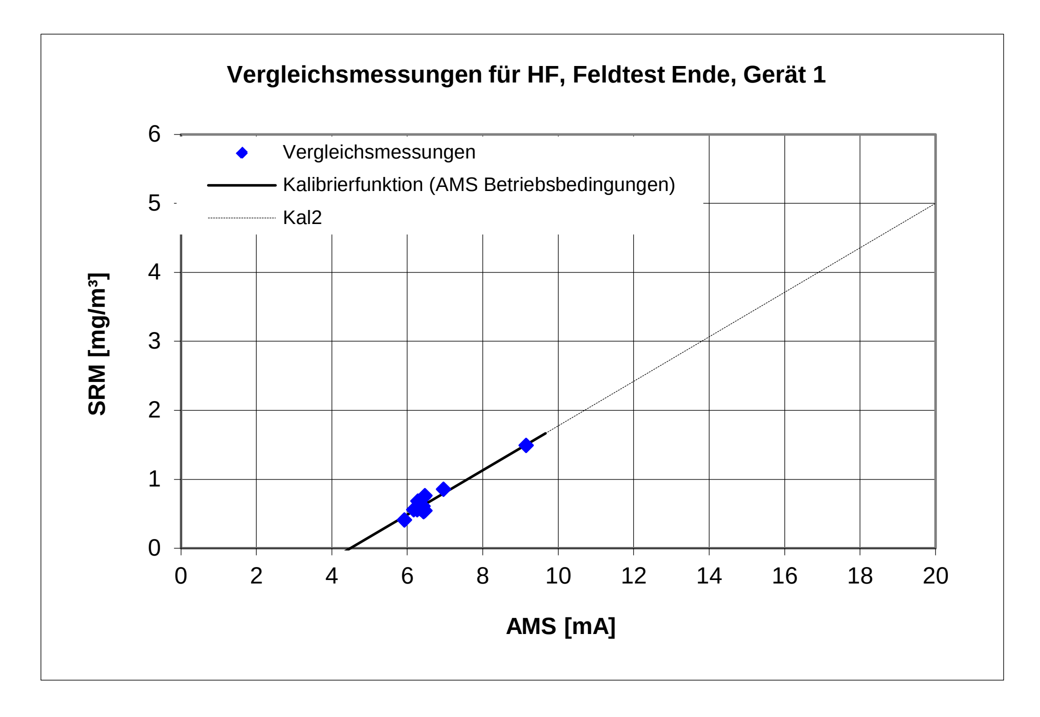


Abbildung 28: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für HF

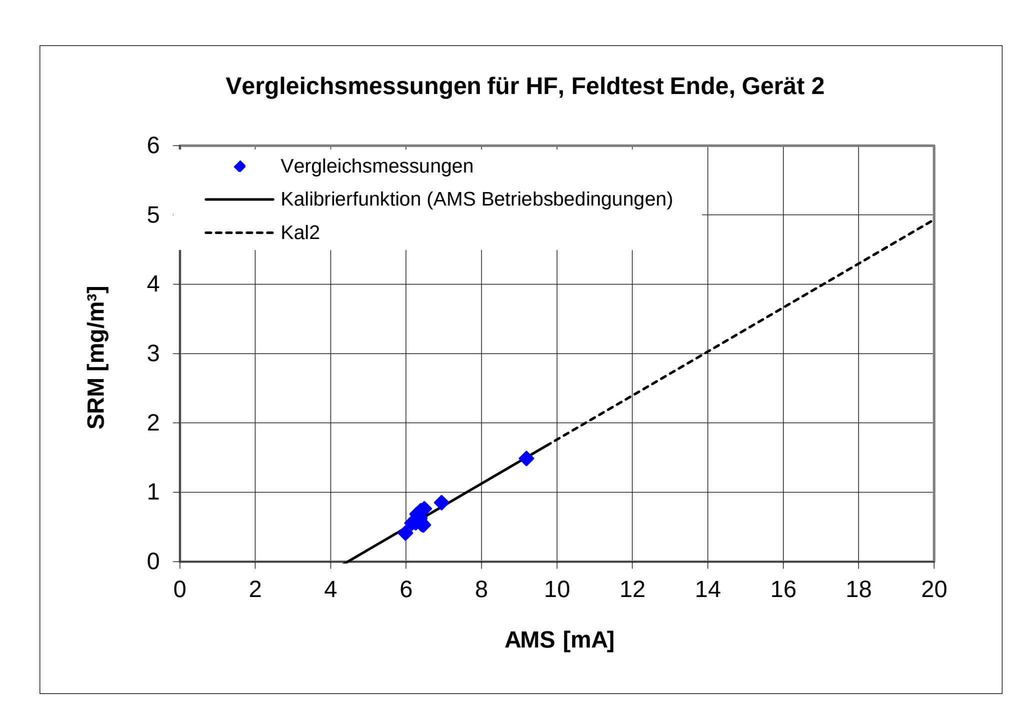


Abbildung 29: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für HF

Tabelle 26: Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für HF

Variabilitätsprüfung Gerät 1 für HF:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³ (ntr)	Gerät 1 mg/m³ (ntr)	Differenz D_i mg/m³ (ntr)	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³ (ntr)	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³ (ntr)
1	0,95	0,91	0,04	0,16	0,024
2	0,67	0,89	-0,22	-0,10	0,011
3	0,79	0,85	-0,06	0,06	0,003
4	0,66	0,90	-0,24	-0,12	0,015
5	0,69	0,79	-0,10	0,02	0,000
6	0,51	0,68	-0,17	-0,05	0,003
7	0,75	0,87	-0,12	0,00	0,000
8	0,68	0,91	-0,23	-0,11	0,013
9	0,71	0,87	-0,16	-0,04	0,002
10	1,86	2,07	-0,21	-0,09	0,009
11	0,85	0,83	0,02	0,14	0,018
12	0,76	0,89	-0,13	-0,01	0,000
13	0,70	0,82	-0,12	0,00	0,000
14	0,92	0,90	0,02	0,14	0,018
15	1,06	1,12	-0,06	0,06	0,003
Mittelwert			-0,12		
Summe					0,121
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,1 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 40% x E / 1,96	=	0,2 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	s_D ≤	0,3
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.			
$t_{0,95\ (N-1)}$			2,1448
Differenzenmittelwert		|D| =	0,1 mg/m³
Prüfung		|D| ≤	0,3
Die Kalibrierfunktion ist gültig			



Tabelle 27: Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für HF

Variabilitätsprüfung Gerät 2 für HF:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³ (ntr)	Gerät 2 mg/m³ (ntr)	Differenz D_i mg/m³ (ntr)	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³ (ntr)	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³ (ntr)
1	0,95	0,92	0,03	0,14	0,021
2	0,67	0,89	-0,22	-0,11	0,011
3	0,79	0,87	-0,08	0,03	0,001
4	0,66	0,91	-0,25	-0,14	0,018
5	0,69	0,77	-0,08	0,03	0,001
6	0,51	0,69	-0,18	-0,07	0,004
7	0,75	0,84	-0,09	0,02	0,001
8	0,68	0,89	-0,21	-0,10	0,009
9	0,71	0,88	-0,17	-0,06	0,003
10	1,86	2,11	-0,25	-0,14	0,018
11	0,85	0,83	0,02	0,13	0,018
12	0,76	0,86	-0,10	0,01	0,000
13	0,70	0,81	-0,11	0,00	0,000
14	0,92	0,88	0,04	0,15	0,024
15	1,06	1,12	-0,06	0,05	0,003
Mittelwert			-0,11		
Summe					0,133
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s_D =	0,1 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0 = 40% x E / 1,96	=	0,2 mg/m³
k_V		0,9761
Prüfung $s_D \leq 1{,}5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	0,3
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95\ (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$\|D\|$ =	0,1 mg/m³
Prüfung	$\|D\| \leq$	0,3
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

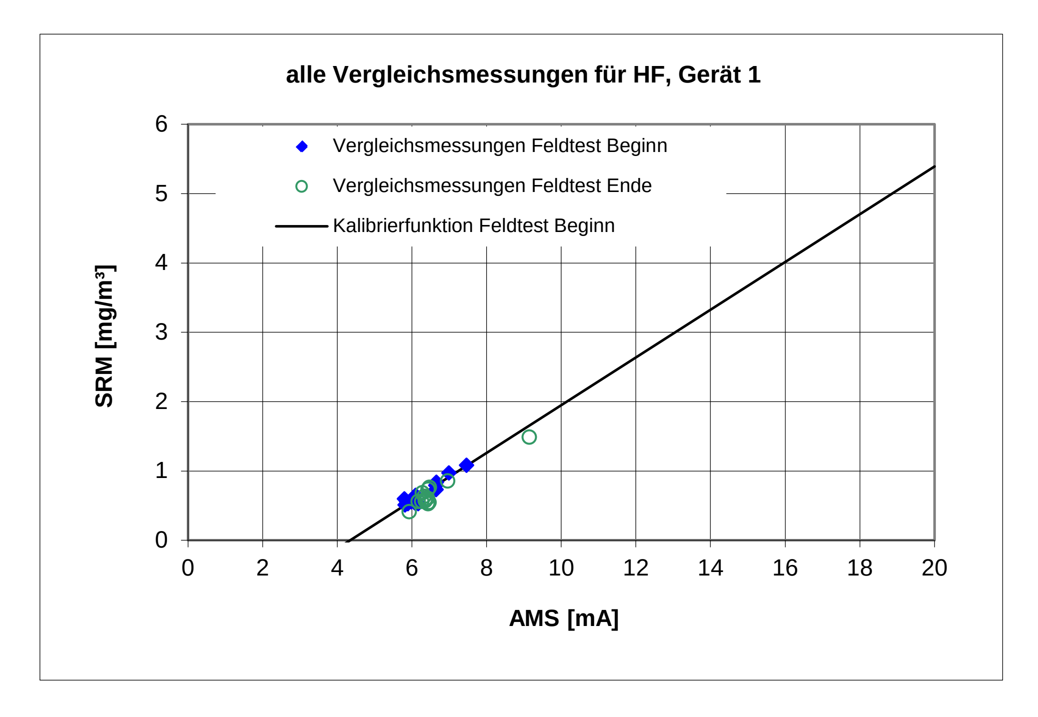


Abbildung 30: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für HF

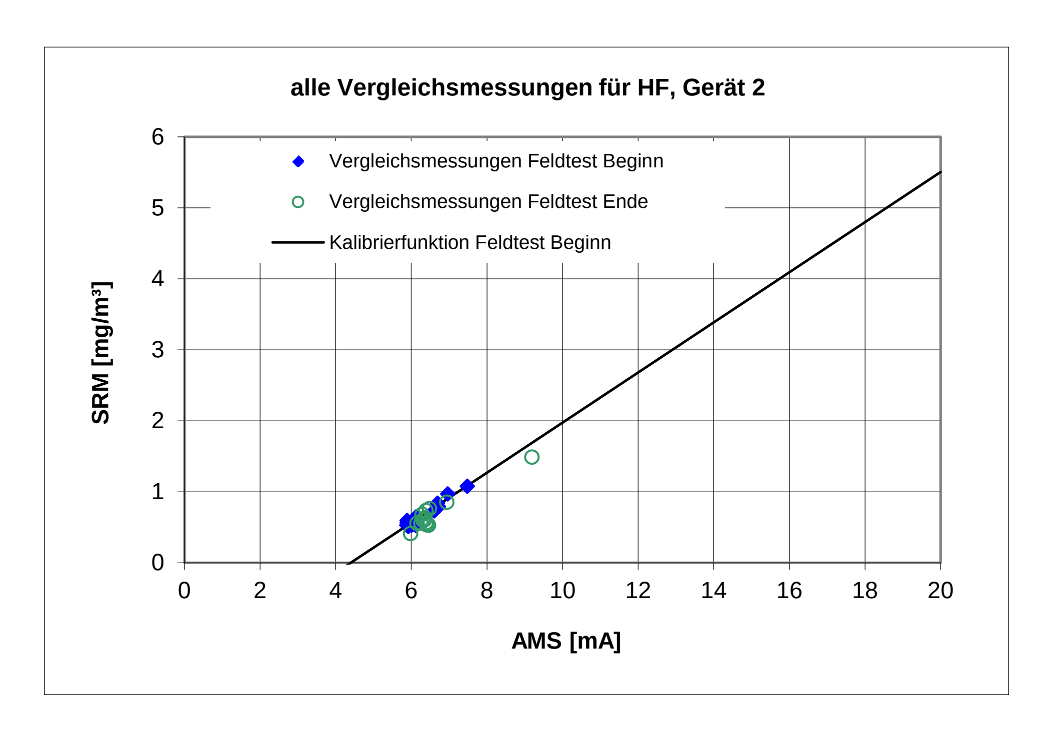


Abbildung 31: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für HF

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzeldaten der Kalibrierungen sind im Anhang in Tabelle 48 dargestellt.

6c.2 [7.2 Einstellzeit im Feldtest]

Die automatische Messeinrichtung muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an die Einstellzeit einhalten.
Die Prüfung ist mindestens einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldtests durchzuführen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas) sowie einem geeigneten Ventil zum sprunghaften Wechsel zwischen Null- und Prüfgas.

Durchführung der Prüfung

Null- und Prüfgas wurden den Messsystemen mit dem gleichen Überschuss angeboten. Über ein zwischengeschaltetes Ventil war ein sprunghafter Wechsel zwischen den Gasen möglich. Der Zeitpunkt an dem von Null- auf Prüfgas umgeschaltet wurde, bildete den Startzeitpunkt der Einstellzeit im Anstiegsmodus. Die Zeitspanne zwischen dem Startzeitpunkt und dem Erreichen von 90 % des stabilen Endwertes der Geräteanzeige wurde erfasst.

Nach Erreichen des stabilen Endwertes wurde wieder Nullgas aufgegeben, der Wechselzeitpunkt bildete den Startzeitpunkt der Einstellzeit im Abfallmodus. Auch hier wurde die Zeitspanne zwischen dem Startzeitpunkt und dem Erreichen von 90 % des stabilen Endwertes erfasst.

Auswertung

Es wurde für jede Messkomponente die Zeitspanne zwischen der sprunghaften Änderung der Prüfgasaufgabe und Erreichen von 90 % des Referenzpunktes für den Anstiegs- und 10 % des Referenzpunktes für den Abfallmodus bestimmt.

Der Mittelwert der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und der Mittelwert der Einstellzeiten im Abfallmodus werden berechnet. Der größere der beiden Mittelwerte der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und im Abfallmodus wird als Einstellzeit der AMS verwendet.

Bewertung

Es ergeben sich Einstellzeiten von kleiner 2 s mit trockenem Prüfgas.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 28: Einstellzeiten am Beginn des Feldtests

Messgerät: LasIR im Feldtest 1
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

HF, trocken	Gerät 1				Gerät 2			
t_{90} für den Anstieg	t_r	=	2	sec	t_r	=	2	sec
t_{90} für den Abfall	t_f	=	2	sec	t_f	=	2	sec
rel. Differenz der t_{90}	t_d	=	0,0	%	t_d	=	0,0	%
Einstellzeit	t_{90}	=	2	sec	$t_{90\%}$	=	0	sec

Tabelle 29: Einstellzeiten am Beginn des Feldtests

Messgerät: LasIR im Feldtest 2
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

HF, trocken	Gerät 1				Gerät 2			
t_{90} für den Anstieg	t_r	=	2	sec	t_r	=	2	sec
t_{90} für den Abfall	t_f	=	2	sec	t_f	=	2	sec
rel. Differenz der t_{90}	t_d	=	0,0	%	t_d	=	0,0	%
Einstellzeit	t_{90}	=	2	sec	$t_{90\%}$	=	0	sec

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6c.3 [7.3 Lack-of-fit im Feldtest]

Die AMS muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an den Lack-of-fit einhalten.
Der Lack-of-fit ist mindestens zweimal während des Feldtests zu ermitteln.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas), einer Massendurchflussreglerstation sowie einem Datenerfassungssystem.

Durchführung der Prüfung

Die benötigten Referenzmaterialien wurden mit Hilfe eines kalibrierten Verdünnungssystems erzeugt. Die Prüfgaskonzentrationen wurden so gewählt, dass die Messwerte gleichmäßig über den Zertifizierungsbereich verteilt waren. Die Prüfgase wurden an der Sonde der AMS aufgegeben.

Die Referenzmaterialien mit den ungefähren Konzentrationen der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches wurden in folgender Reihenfolge aufgegeben:

0 % → 70 % → 40 % → 0 % → 60 % → 10 % → 30 % → 90 % → 0 %.

Durch Verwendung dieser Reihenfolge wurden Hystereseeffekte vermieden.

Nach jedem Wechsel der Konzentration wurden die Messsignale der AMS nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt.

Auswertung

Die Bestimmung des Zusammenhangs zwischen den Werten der AMS und den Werten der Referenzmaterialien wurde entsprechend Anhang C der DIN EN 15267-3 durchgeführt. Hierzu wurde mit den Werten der AMS (x-Werte) und den Werten des Referenzmaterials (c-Werte) eine Regressionsrechnung durchgeführt. Anschließend wurden die Mittelwerte der Geräteanzeigen der AMS für jede Konzentrationsstufe und der Abstand (Residuum) dieser Mittelwerte zur Regressionsgerade berechnet.

Bewertung

Die relativen Residuen liegen bei maximal -0,74 % des Zertifizierungsbereichs.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Prüfung des Lack-of-fit sind in Tabelle 30 und Tabelle 31 dargestellt.

Tabelle 30: Lack of fit zu Beginn des Feldtests, Komponente HF

Messgerät: LasIR im Feldtest 1
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %	Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0	0,017	0,016	0,02	0	0,018	0,001	0,34
3,5	3,541	3,516	0,50	3,5	3,531	3,523	0,16
2	2,018	2,016	0,04	2	1,977	2,014	-0,74
0	0,006	0,016	-0,20	0	0,006	0,001	0,10
3	2,992	3,016	-0,48	3	3,013	3,020	-0,14
0,5	0,529	0,516	0,26	0,5	0,476	0,504	-0,56
1,5	1,529	1,516	0,26	1,5	1,539	1,511	0,56
4,5	4,507	4,516	-0,18	4,5	4,539	4,530	0,18
0	0,008	0,016	-0,16	0	0,007	0,001	0,12
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**0,50**				**-0,74**

Tabelle 31: Lack of fit am Ende des Feldtests, Komponente HF

Messgerät: LasIR im Feldtest 2
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %	Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,010	0,011	-0,02	0,00	0,007	-0,001	0,16
3,50	3,523	3,509	0,28	3,50	3,523	3,512	0,22
2,00	2,039	2,010	0,58	2,00	2,018	2,007	0,22
0,00	0,005	0,011	-0,12	0,00	0,013	-0,001	0,28
3,00	3,004	3,009	-0,10	3,00	2,973	3,010	-0,74
0,50	0,476	0,511	-0,70	0,50	0,491	0,501	-0,20
1,50	1,540	1,510	0,60	1,50	1,481	1,505	-0,48
4,50	4,482	4,508	-0,52	4,50	4,535	4,515	0,40
0,00	0,010	0,011	-0,02	0,00	0,007	-0,001	0,16
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-0,70**				**-0,74**

6c.4 [7.4 Wartungsintervall]

Das Prüflaboratorium muss feststellen, welche Wartungsarbeiten für die einwandfreie Funktion der Messeinrichtung erforderlich sind und in welchen Zeitabständen diese Arbeiten durchzuführen sind. Die Empfehlungen des Geräteherstellers sollten dabei berücksichtigt werden.
Das Wartungsintervall muss mindestens 8 Tage betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

Durchführung der Prüfung

Das Wartungsintervall wurde anhand des Driftverhaltens bestimmt. Zu Beginn des Feldtests wurden die AMS mit Null- und Prüfgas eingestellt. Während des Feldtests wurden Null- und Referenzpunkt regelmäßig überprüft.

Bei der Bestimmung des Wartungsverhaltens wurden neben der Auswertung der regelmäßigen manuellen Null- und Prüfgasaufgaben auch das Betriebsverhalten der Messeinrichtung und die Wartungsvorschriften des Herstellers berücksichtigt.

Auswertung

Zur Bestimmung des Wartungsintervalls wurden die Daten der regelmäßigen Prüfgasaufgabe mit den Einstellungen zu Beginn des Feldtests verglichen und die Abweichungen bestimmt. Des Weiteren wurden das Betriebsverhalten der Messeinrichtung sowie die Wartungsvorschriften ausgewertet.

Bewertung

Das Wartungsintervall beträgt 4 Wochen.
Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Die im Folgenden beschriebenen Arbeiten müssen in den angegebenen Abständen durchgeführt werden.

Monatliche Wartungsarbeiten:

- Null- und Referenzpunkt Überprüfung
- Kontrolle der optischen Fenster auf Verschmutzung und Ausrichtung

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

In Tabelle 32 und Tabelle 33 sind die Ergebnisse der regelmäßigen Prüfgasaufgaben während des Feldtests dargestellt.

6c.5 [7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]

Die automatische Messeinrichtung muss die festgelegten Mindestanforderungen an die zeitliche Änderung des Null- und Referenzpunktes einhalten.
Prüfstandards (beispielsweise Prüfgase) zur Kontrolle des Referenzpunktes müssen so gewählt werden, dass durch die Prüfstandards ein Messsignal zwischen 70 % und 90 % des Zertifizierungsbereiches erzeugt wird.
Die Drift im Wartungsintervall für Null- und Referenzpunkt darf 3,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert und für O_2 von 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet.

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas).

Durchführung der Prüfung

Die Überprüfung wurde mit den zwei baugleichen Messeinrichtungen im Rahmen des Feldtests im kleinsten geprüften Messbereich durchgeführt.

Die Lage von Null- und Referenzpunkt wurde während des Feldtests 10-mal überprüft. Bei Überschreitung der zulässigen Drift wurden die Geräte nachjustiert. Die vom Hersteller festgelegten Wartungsarbeiten wurden in den vorgegebenen Intervallen vorgenommen und in die Prüfung einbezogen.

Auswertung

Über 12 Wochen haben die Geräte die zulässigen Driften eingehalten.

Bewertung

Die Nullpunktdrift liegt über den gesamten Zeitraum unterhalb von 0,2 %.

Die Referenzpunktdrift liegt unterhalb von 0,9 %.

Damit ist die Mindestanforderung erfüllt

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,006 mg/m³ für die Nullpunktdrift und von 0,026 mg/m³ für die Referenzpunktdrift eingesetzt.

Tabelle 32: Ergebnisse der Driftuntersuchungen für Gerät 1, Messkomponente HF, Messbereich 0 bis 5 mg/m³

		Komponente:		*HF*		*0*	*bis*	*5*	*mg/m³*
		LAS1002							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
Datum	**Zeitintervall**	**Istwert**	**Sollwert**		**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**		**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**	**Abweichung in % ZB**	**ja/nein**	**mA**	**mA**	**Abweichung in % ZB**	**ja/nein**
25.04.2012	-	4,00	4,00	-	ja	15,35	15,35	-	ja
08.05.2012	13	3,99	4,00	-0,1	nein	15,31	15,35	-0,2	nein
10.05.2012	2	3,97	4,00	-0,2	nein	15,28	15,35	-0,4	nein
21.05.2012	11	3,98	4,00	-0,1	nein	15,39	15,35	0,3	nein
30.05.2012	9	3,99	4,00	-0,1	nein	15,36	15,35	0,1	nein
12.06.2012	13	3,97	4,00	-0,2	nein	15,30	15,35	-0,3	nein
19.06.2012	7	4,00	4,00	0,0	nein	15,24	15,35	-0,7	nein
28.06.2012	9	4,00	4,00	0,0	nein	15,36	15,35	0,1	nein
10.07.2012	12	4,02	4,00	0,1	nein	15,43	15,35	0,5	nein
24.07.2012	14	4,01	4,00	0,1	nein	15,46	15,35	0,7	nein
27.07.2012	3	4,00	4,00	0,0	nein	15,49	15,35	0,9	nein

maximaler Wert am Nullpunkt	-0,2	%	u =	-0,006
maximaler Wert am Referenzpunkt	0,9	%	u =	0,026

Tabelle 33: Ergebnisse der Driftuntersuchungen für Gerät 2, Messkomponente HF, Messbereich 0 bis 5 mg/m³

		Komponente:		*HF*		*0*	*bis*	*5*	*mg/m³*
		LAS1003							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
Datum	**Zeitintervall**	**Istwert**	**Sollwert**		**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**		**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**	**Abweichung in % ZB**	**ja/nein**	**mA**	**mA**	**Abweichung in % ZB**	**ja/nein**
25.04.2012	-	4,00	4,00	-	ja	15,39	15,39	-	ja
08.05.2012	13	4,02	4,00	0,1	nein	15,48	15,39	0,6	nein
10.05.2012	2	4,01	4,00	0,1	nein	15,36	15,39	-0,2	nein
21.05.2012	11	4,02	4,00	0,1	nein	15,37	15,39	-0,1	nein
30.05.2012	9	4,01	4,00	0,1	nein	15,48	15,39	0,6	nein
12.06.2012	13	4,03	4,00	0,2	nein	15,47	15,39	0,5	nein
19.06.2012	7	4,02	4,00	0,1	nein	15,43	15,39	0,2	nein
28.06.2012	9	4,01	4,00	0,1	nein	15,43	15,39	0,2	nein
10.07.2012	12	4,02	4,00	0,1	nein	15,54	15,39	0,9	nein
24.07.2012	14	4,01	4,00	0,1	nein	15,32	15,39	-0,4	nein
27.07.2012	3	4,01	4,00	0,1	nein	15,38	15,39	-0,1	nein

maximaler Wert am Nullpunkt	0,2	%	u =	0,006
maximaler Wert am Referenzpunkt	0,9	%	u =	0,026

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Driftuntersuchung für Null- und Referenzpunkt sind in Tabelle 32 und Tabelle 33 dargestellt.

6c.6 [7.6 Verfügbarkeit]

Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der entsprechenden rechtlichen Regelungen an die Verfügbarkeit einhalten. In jedem Fall muss die Verfügbarkeit mindestens 95 % und für O_2 mindestens 98 % betragen.

Die AMS kann auf Grund von Störungen, Wartung und Nullpunkt- und Referenzpunktkontrollen und deren Korrekturen nicht verfügbar sein. Zeitspannen, in denen der zu überwachende Prozess nicht im Betrieb ist, werden nicht betrachtet.

Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

Durchführung der Prüfung

Der Feldtest erfolgte vom 25.04.2012 bis zum 27.07.2012. Dies entspricht einer Gesamtzeit von 2256 Stunden.

Die Justierarbeiten an den Messsystemen im Rahmen der Eignungsprüfung nahmen insgesamt je ca. 8 Stunden in Anspruch. Die Überprüfung der Linearitäten im Feld nahm insgesamt ca. 4 h in Anspruch.

Auswertung

Die Verfügbarkeit *V* in Prozent ist nach folgender Gleichung zu ermitteln:

$$V = \frac{t_{tot} - t_{out}}{t_{tot}} \times 100\%$$

Mit:

V Verfügbarkeit in %

t_{tot} Gesamtbetriebszeit

t_{out} Ausfallzeiten

Neben der prozentualen Verfügbarkeit wird in der 13. und 17. BImSchV auch noch eine Verfügbarkeit für den laufenden Tag bestimmt.

Gemäß 13. BImSchV wird der Tagesmittelwert für ungültig erklärt, wenn mehr als 6 Halbstundenmittelwerte wegen Störung oder Wartung des kontinuierlichen Messsystems ungültig sind.

Gemäß Richtlinie 2000/76/EG (maßgeblich für Anlagen der 17. BImSchV) wird der Tagesmittelwert für ungültig erklärt, wenn mehr als 5 Halbstundenmittelwerte wegen Störung oder Wartung des kontinuierlichen Messsystems ungültig sind.

Fallen mehr als 10 ungültige Tage an, so sind geeignete Maßnahmen einzuleiten, um die Zuverlässigkeit des kontinuierlichen Überwachungssystems zu verbessern.

Bewertung

Die Verfügbarkeit beträgt 99,5 %.

Für die Wartung ist es erforderlich, dass die notwendigen Kontroll- und Justierarbeiten auf mehrere Tage so aufgeteilt werden, dass jeweils weniger als die erlaubte tägliche Ausfallzeit entsprechend den Anforderungen der 13. BImSchV und 17. BImSchV anfallen.

Damit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Tabelle 34 zeigt die Ergebnisse zur Ermittlung der Verfügbarkeit.

Tabelle 34: Verfügbarkeit der Messeinrichtung LasIR für HF

Messgerät: LasIR im Feldtest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

			Gerät 1	Gerät 2
Gesamtbetriebszeit	t_{tot}	h	2256	2256
Ausfallzeit	t_0			
- Geräteinterne Einstellzeiten		h	0	0
- Gerätestörungen und Reparaturen		h	0	0
- Wartung und Justierung		h	12	12
Verfügbarkeit	V	%	99,5	99,5

6c.7 [7.7 Vergleichspräzision]

Die automatische Messeinrichtung muss eine Vergleichspräzision R_{field} von kleiner gleich 3,3 % des Zertifizierungsbereichsendwertes und für O_2 von kleiner gleich 0,2 Vol.-% unter Feldbedingungen einhalten.
Die Vergleichspräzision ist während des dreimonatigen Feldtests aus zeitgleichen, fortlaufenden Messungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen am selben Messpunkt (Doppelbestimmungen) zu bestimmen.

Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

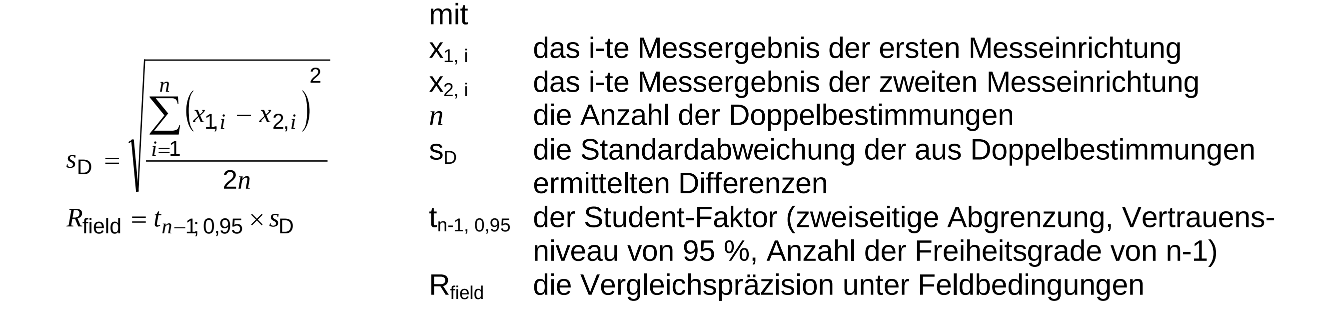
Durchführung der Prüfung

Die Vergleichspräzision wurde während des Feldtests ermittelt. Die Prüfung wurde im kleinsten zu prüfenden Messbereich durchgeführt.

Die ermittelten Minutenmittelwerte der AMS wurden zu Halbstundenmittelwerten zusammengefasst, berücksichtigt wurden hierbei Statussignale wie Messung, Störung und Wartung. Jeder Halbstundenmittelwert war durch mindestens 20 Einzelwerte abgedeckt. Werte, die während Störungen, Wartungsarbeiten oder Nullpunkt- und Referenzpunktkontrollen gewonnen wurden, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Auswertung

Die Vergleichspräzision wurde auf Basis aller gültigen Messwertpaare nach folgenden Gleichungen für eine statistische Sicherheit von 95 % für eine zweiseitige t-Verteilung berechnet. Zusätzlich wurde die Vergleichspräzision für den Bereich der Messwerte oberhalb von 30 % des Grenzwertes für den Tagesmittelwert berechnet.



$$s_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(x_{1,i} - x_{2,i}\right)^2}{2n}}$$

$$R_{field} = t_{n-1;\,0,95} \times s_D$$

mit

$x_{1,i}$	das i-te Messergebnis der ersten Messeinrichtung
$x_{2,i}$	das i-te Messergebnis der zweiten Messeinrichtung
n	die Anzahl der Doppelbestimmungen
s_D	die Standardabweichung der aus Doppelbestimmungen ermittelten Differenzen
$t_{n-1,\,0,95}$	der Student-Faktor (zweiseitige Abgrenzung, Vertrauensniveau von 95 %, Anzahl der Freiheitsgrade von n-1)
R_{field}	die Vergleichspräzision unter Feldbedingungen

Bewertung

Die Vergleichspräzision liegt bei 0,9 %,
das entspricht einem R_D-Wert von 107 (nach VDI 4203).

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert der Standardabweichung aus Doppelbestimmungen von 0,024 mg/m³ verwendet.

Die Ergebnisse der Vergleichspräzision sind Tabelle 35 und Abbildung 32 dargestellt.

Tabelle 35: Vergleichspräzision für HF, Messbereich 0 – 5 mg/m³

Komponente:	HF			
Messgerät:	LasIR			
Messdatum:	24.04.2012 bis 27.07.2012			
Zertifizierungsbereich	ZB	=	0 - 5	mg/m³
Konzentrationsbereich	Gerät 1	=	0,3 - 1,8	mg/m³
Konzentrationsbereich	Gerät 2	=	0,3 - 1,9	mg/m³
Mittelwert	Gerät 1	=	0,70	mg/m³
Mittelwert	Gerät 2	=	0,70	mg/m³
y = b* x + c Steigung	b	=	0,9940	
Ordinatenabstand	c	=	0,0176	mg/m³
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9887	
Stichprobenumfang	n	=	4441	
t-Wert	$t_{0,95,n}$	=	1,9605	
Std-Abw.aus Doppelbestimmungen	s_D	=	0,024	mg/m³
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R_f	=	0,047	mg/m³
bezogen auf den ZB	$R_{f\%}$	=	0,9	%
Limit		=	3,3	%
maximale Unsicherheit	**$u = s_D$**	=	**0,024**	**mg/m³**
RD alle Punkte nach VDI 4203	R_D	=	107	

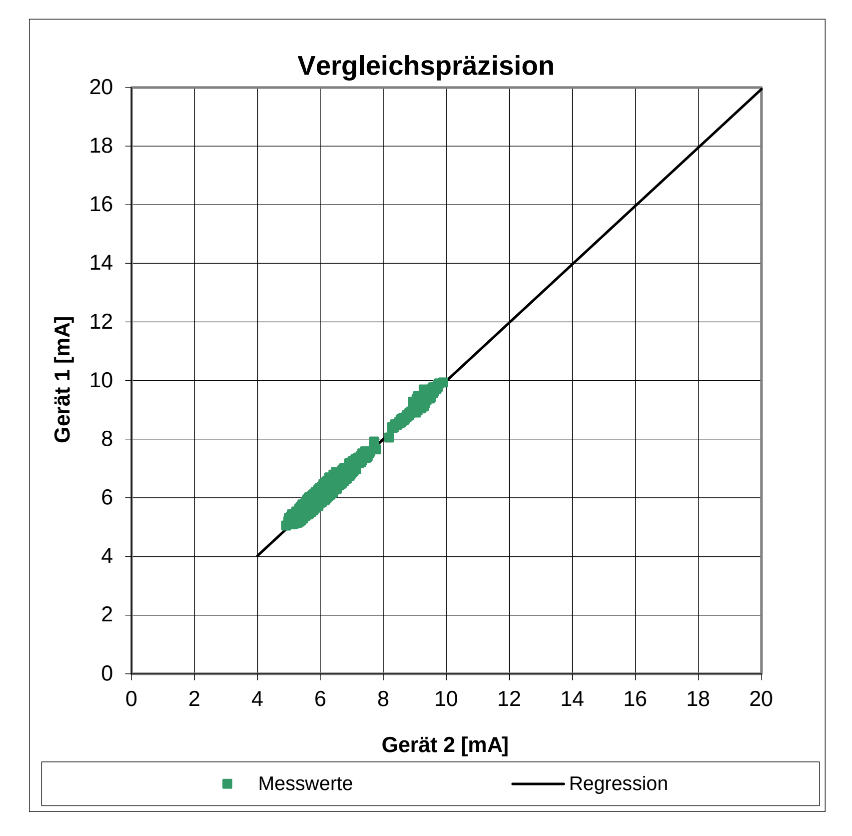


Abbildung 32: Darstellung der Vergleichspräzision für HF, Messbereich 0 - 5 mg/m³

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6c.8 [7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-Situ-Geräten]

Der Einfluss der Verschmutzung auf die automatische Messeinrichtung ist im Feldtest durch Sichtprüfungen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen der Messsignale von ihren Sollwerten zu bestimmen. Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen für die Dauer von drei Monaten als Teil des Feldtests auszustatten. Am Ende der Prüfung ist der Einfluss der Verschmutzung zu ermitteln. Die Ergebnisse für die gereinigten und die verschmutzten optischen Grenzflächen dürfen um maximal 2 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches voneinander abweichen.

Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

Durchführung der Prüfung

Das Verschmutzungsverhalten der Messeinrichtung wurde im Feldtest anhand visueller Kontrollen und durch Ermittlung der Abweichungen von den Sollwerten der Gerätekennlinie bestimmt. Die optischen Fenster wurden während des Feldtests mit Spülluft beaufschlagt.

Auswertung

Die Messeinrichtung ist mit einer Spülvorrichtung ausgestattet. Die optischen Fenster werden kontinuierlich mit sauberer Umgebungsluft gespült. Während des 3-monatigen Dauertests wurde keine Verschmutzung der optischen Grenzflächen beobachtet.

Bewertung

Die Messeinrichtung ist mit einer Spülvorrichtung ausgestattet. Während des 3-monatigen Dauertests wurde keine Verschmutzung der optischen Grenzflächen beobachtet.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6d Messunsicherheit

6d.1 [14 Messunsicherheit]

Die im Labortest und im Feldtest ermittelten Unsicherheiten sind zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit der AMS-Messwerte nach EN ISO 14956 zu verwenden. Bei der Berechnung der Standardunsicherheit ist entweder die Wiederholpräzision im Labor oder die Vergleichspräzision im Feld zu verwenden. Der größere Wert dieser beiden Kenngrößen ist anzuwenden.
Die Gesamtunsicherheit der AMS, die sich aus den Prüfungen nach dieser Norm ergibt, sollte um mindestens 25 % unter der maximal zulässigen Untersicherheit, die beispielsweise in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegt ist, liegen. Es wird ein ausreichender Spielraum für die Unsicherheitsbeiträge durch die jeweilige Installation der AMS benötigt, um die QAL2 und QAL3 nach EN 14181 erfolgreich zu bestehen.
Das Prüflaboratorium hat die Gesamtunsicherheit im Verhältnis zur maximal zulässigen Unsicherheit, die beispielsweise in den entsprechenden rechtlichen Regelungen für die vorgesehene Anwendung festgelegt ist, im Prüfbericht anzugeben.
Zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit müssen die im Folgenden genannten Unsicherheitsbeträge berücksichtigt werden.

Nummer i	**Verfahrenskenngröße**	**Unsicher-heit**
1	Lack-of-fit	u_{lof}
2	Nullpunktdrift aus dem Feldtest	$u_{d,z}$
3	Referenzpunktdrift aus dem Feldtest	$u_{d,s}$
4	Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u_t
5	Einfluss des Probegasdrucks [b]	u_p
6	Einfluss des Probegasvolumenstroms [b]	u_f
7	Einfluss der Netzspannung	u_v
8	Querempfindlichkeit [b]	ui
9	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt [a]	$u_r = s_r$
10	Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen [a]	$u_D = s_D$
11	Unsicherheit des zur Prüfung benutzten Referenzmaterials [b]	u_{rm}
12	Auswanderung des Messstrahls [b]	u_{mb}
13	Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NOx [b]	u_{ce}
14	Änderung der Responsefaktoren (TOC) [b]	u_{rf}

a Es wird entweder die Wiederholpräzision am Referenzpunkt oder die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen verwendet, je nachdem, welcher Wert größer ist.
b Dieser Unsicherheitsbeitrag gilt nur für bestimmte AMS.



Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Die erweiterte Messunsicherheit gemäß Richtlinie DIN EN 15267-03:2008 und DIN EN ISO 14956 wurde für die Messkomponenten HF ermittelt. Hierzu wurden die Prüfergebnisse für die im Rahmen der Eignungsprüfung ermittelten Werte der Verfahrenskenngrößen auf Standardunsicherheiten umgerechnet und die erweiterte Messunsicherheit daraus abgeschätzt.

Auswertung

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde die abgeschätzte erweiterte Messunsicherheit mit der um 25 % reduzierten „geforderten Qualität der Messung“ verglichen.

Die Auswertung erfolgte in tabellarischer Form (siehe Tabelle 49) auf Basis der in der Richtlinie definierten Berechnungsformeln.

In der Berechnung wird entweder die Wiederholpräzision am Referenzpunkt oder die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen verwendet, je nachdem, welcher Wert größer ist.

Die relative erweiterte Gesamtunsicherheit ist für alle geprüften Komponenten in Tabelle 36 dargestellt.

Tabelle 36: relative erweiterte Gesamtunsicherheit aller Komponenten

Komponente	Grenzwert	Anforderung	Anforderung in der EP*	Messunsicherheit
HF	5 mg/m³	40 %	30 %	14,0 %

* In der Eignungsprüfung wird die Messunsicherheit mit der um 25 % reduzierten Anforderung verglichen.

Bewertung

Für alle Komponenten liegen die ermittelten erweiterten Gesamtmessunsicherheiten unterhalb der maximal zulässigen Werte und erfüllen somit die Anforderungen.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Berechnung der relativen erweiterten Gesamtmessunsicherheit der einzelnen Komponenten ist in Tabelle 49 dargestellt.

7. Wartungsarbeiten, Funktionsprüfung und Kalibrierung

7.1 Arbeiten im Wartungsintervall

- Regelmäßige Sichtkontrolle der Messeinrichtung
  - Kontrolle des Lichtlevels (Fernkontrolle möglich)
- Reinigung der optischen Fenster wenn nötig. Danach Überprüfung der Ausrichtung.
- Kontrolle der Kalibrierung des Gerätes mit Hilfe der Prüfzelle und Prüfgasen aus Druckgasflaschen
- Kontrolle der Spülluftversorgung
- Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten

7.2 Funktionsprüfung und Kalibrierung

Zur Durchführung der Funktionsprüfung bzw. vor der Kalibrierung wird zusätzlich folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

- Sichtprüfung des Gerätes, Überprüfung der Transmissionsrate
- Kontrolle der Dokumentation / Kontrollbuch
- Überprüfen der Linearität mit Null- und Prüfgas verschiedener Konzentrationen mit Hilfe der Prüfzelle und Prüfgasen aus Druckgasflaschen
- Überprüfen der Nullpunkts- und Referenzpunktdrift mit Hilfe der Prüfzelle und Prüfgasen aus Druckgasflaschen
- Ermitteln der Einstellzeit
- Überprüfen der Datenübertragung (Analog- und Statussignale) zum Auswertungssystem

Weitere Einzelheiten zur Funktionsprüfung und Kalibrierung sind der Richtlinie DIN EN 14181 zu entnehmen; außerdem sind die Hinweise des Herstellers zu beachten.

Köln, den 06. Oktober 2012

Dipl.-Ing. Martin Schneider

Dr. Peter Wilbring



8. Literatur

[1] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:

- die Eignungsprüfung von Mess- und Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
- den Einbau, die Kalibrierung, die Wartung von kontinuierlich arbeitenden Mess- und Auswerteeinrichtungen,
- die Auswertung von kontinuierlichen Emissionsmessungen.

RdSchr. d. BMU v. 13.06.2005 - IG I 2 - 45 053/5. / GMBl. 2005, Nr. 38, S. 795 und RdSchr. d. BMU v. 04.08.2010 - IG I 2 - 51 134/0.

[2] Richtlinie DIN EN 15267-01:2009
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 1: Grundlagen

[3] Richtlinie DIN EN 15267-02:2009
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 2: Erstmalige Beurteilung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers und Überwachung des Herstellungsprozesses nach der Zertifizierung

[4] Richtlinie DIN EN 15267-03:2008
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen

[6] Richtlinie DIN EN 14181, September 2004,
Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

9. Anhang



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass die

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH

mit ihrer

Messstelle für Immissionsschutz (Environmental Protection)
Am Grauen Stein, 51105 Köln

und ihrer unselbständigen Messstelle

Robert-Koch-Straße 27, 55129 Mainz

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung (Probenahme und Analytik) von anorganischen und organischen gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen im Rahmen von Emissions- und Immissionsmessungen; Probenahme von luftgetragenen polyhalogenierten Dibenzo-p-Dioxinen und Dibenzofuranen bei Emissionen und Immissionen; Probenahme von faserförmigen Partikeln bei Emissionen und Immissionen; Ermittlung von gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen mit kontinuierlich arbeitenden Messgeräten; Bestimmung von Geruchsstoffen in Luft; Kalibrierungen und Funktionsprüfungen kontinuierlich arbeiten-der Messgeräte für Luftinhaltsstoffe einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Eignungsprüfungen von automatisch arbeitenden Emissions- und Immissionsmesseinrichtungen einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfern-überwachung; Feuerraummessungen; Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen; Ermittlung von Geräuschen und Vibrationen am Arbeitsplatz;
Modul Immissionsschutz

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 13.05.2011 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11120-02 und ist gültig bis 31.01.2013. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 32 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11120-02-00**

Berlin, 13.05.2011

i. V. Valbuena
Andrea Valbuena
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Abbildung 33: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main
Gartenstraße 6
60594 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH. Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkkS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30).
Die DAkkS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:
EA: www.european-accreditation.org
ILAC: www.ilac.org
IAF: www.iaf.nu

Abbildung 33: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 - Seite 2

DECLARATION OF CONFORMITY

This Verification Certificate is hereby issued to the named GRANTEE and is VALID ONLY for the equipment identified hereon for use under the rules and regulations listed below:

APPPLICATION OF COUNCIL DIRECTIVE(S):	**89/336/EEC - The EMC Directive**
APPLICANT:	Unisearch Associates Inc.
Equipment Type:	Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use
Product Name:	LASIR
Model No.:	S-Series
Year of manufacture:	2006
Serial # :	

I, the undersigned, hereby, declare that the above device has been tested and found to comply with the following standard(s):

STANDARD(S) TO WHICH CONFORMITY IS DECLARED:	• **CISPR 11:2004 / EN 55011:2003, CLASS A, GROUP 1** - Limits and methods of measurements of radio disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment. • **EN 61326:1997+A1:1998+A2:2001 (IEC 61326:2002)** - Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory use- Electromagnetic Compatibility.
Test Laboratories:	Ultratech Engineering Labs Inc. Inc. 3000 Bristol Circle Oakville, Ontario, Canada L6H 6G4

Applicant:

Signature:

Full Name:
Title:
Full Address: 96 Bradwick Drive Concord, Ontario Canada, L4K 1K8
Phone No.: 905-669-3547 ext. 362

Legal Representative in Europe:

Signature:

Full Name:
Title:
Full Address:

Phone No.:
Email Address:

Abbildung 34: CE-Prüfzertifikat



Tabelle 37: Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 05.12.2012

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	**Gerät 1** mA	**Gerät 2** mA
Start	09:10:00	-	-
1	09:14:00	4,00	4,00
2	09:15:00	3,99	4,00
3	09:16:00	3,99	4,00
4	09:17:00	3,99	4,00
5	09:18:00	3,99	4,00
6	09:19:00	3,99	4,00
7	09:20:00	3,99	4,00
8	09:21:00	3,99	4,01
9	09:22:00	4,00	4,01
10	09:23:00	3,99	4,01
11	09:24:00	3,99	4,00
12	09:25:00	3,99	4,01
13	09:26:00	3,99	4,01
14	09:27:00	3,99	4,01
15	09:28:00	3,99	4,01
16	09:29:00	4,00	4,01
17	09:30:00	3,99	4,00
18	09:31:00	4,00	4,00
19	09:32:00	3,99	4,00
20	09:33:00	3,99	4,00

Tabelle 38: Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 05.12.2012

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	**Gerät 1** mA	**Gerät 2** mA
Start	09:55:00	-	-
1	09:59:00	15,88	15,67
2	10:00:00	15,79	15,73
3	10:01:00	15,83	15,77
4	10:02:00	15,92	15,78
5	10:03:00	15,85	15,75
6	10:04:00	15,84	15,67
7	10:05:00	15,82	15,62
8	10:06:00	15,78	15,74
9	10:07:00	15,77	15,73
10	10:08:00	15,83	15,65
11	10:09:00	15,80	15,67
12	10:10:00	15,83	15,74
13	10:11:00	15,74	15,81
14	10:12:00	15,77	15,82
15	10:13:00	15,73	15,78
16	10:14:00	15,87	15,76
17	10:15:00	15,84	15,71
18	10:16:00	15,83	15,74
19	10:17:00	15,88	15,80
20	10:18:00	15,83	15,79

Tabelle 39: Daten der Linearitätsprüfung, 0 - 5 mg/m³ (trockenes Prüfgas), Gerät 1

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 07.12.2011 mit drei Durchgängen

Gerät 1 **1. Durchgang**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
13:11	Start						
13:15	4	4,00	4,02	4,06	4,05	4,04	0,01
13:21	6	15,20	15,48	15,69	15,45	15,54	3,61
13:27	6	10,40	10,43	10,39	10,34	10,39	2,00
13:33	6	4,00	4,02	4,03	4,03	4,03	0,01
13:39	6	13,60	13,63	13,75	13,87	13,75	3,05
13:45	6	5,60	5,57	5,52	5,54	5,54	0,48
13:51	6	8,80	9,04	9,02	9,07	9,04	1,58
13:57	6	18,40	18,57	18,54	18,55	18,55	4,55
14:03	6	4,00	4,06	4,05	4,02	4,04	0,01

Gerät 1 **2. Durchgang**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
14:09	Start						
14:13	4	4,00	4,02	4,02	4,03	4,02	0,01
14:19	6	15,20	15,32	15,35	15,39	15,35	3,55
14:25	6	10,40	10,32	10,28	10,29	10,30	1,97
14:31	6	4,00	4,03	4,03	4,04	4,03	0,01
14:37	6	13,60	13,46	13,52	13,53	13,50	2,97
14:43	6	5,60	5,67	5,73	5,74	5,71	0,54
14:49	6	8,80	8,89	8,94	8,93	8,92	1,54
14:55	6	18,40	18,56	18,57	18,52	18,55	4,55
15:01	6	4,00	4,05	4,02	4,01	4,03	0,01

Gerät 1 **3. Durchgang**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
15:07	Start						
15:11	4	4,00	4,03	4,03	4,03	4,03	0,01
15:17	6	15,20	15,21	15,14	15,12	15,16	3,49
15:23	6	10,40	10,23	10,26	10,22	10,24	1,95
15:29	6	4,00	4,02	4,02	4,02	4,02	0,01
15:35	6	13,60	13,76	13,77	13,81	13,78	3,06
15:41	6	5,60	5,54	5,52	5,52	5,53	0,48
15:47	6	8,80	8,87	8,90	8,93	8,90	1,53
15:53	6	18,40	18,65	18,69	18,68	18,67	4,59
15:59	6	4,00	4,04	4,00	4,01	4,02	0,01

Tabelle 40: Daten der Linearitätsprüfung, 0 - 5 mg/m³ (trockenes Prüfgas), Gerät 2

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 07.12.2011 mit drei Durchgängen

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
14:23	Start						
14:27	4	4,00	4,04	4,03	4,01	4,03	0,01
14:33	6	15,20	15,38	15,40	15,42	15,40	3,56
14:39	6	10,40	10,23	10,25	10,31	10,26	1,96
14:45	6	4,00	4,04	4,02	4,05	4,04	0,01
14:51	6	13,60	13,83	13,91	13,86	13,87	3,08
14:57	6	5,60	5,54	5,51	5,57	5,54	0,48
15:03	6	8,80	8,94	8,91	8,85	8,90	1,53
15:09	6	18,40	18,58	18,64	18,60	18,61	4,56
15:15	6	4,00	4,02	4,05	4,05	4,04	0,01

Gerät 2 2. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
15:21	Start						
15:25	4	4,00	4,05	4,02	4,05	4,04	0,01
15:31	6	15,20	15,34	15,40	15,38	15,37	3,55
15:37	6	10,40	10,32	10,28	10,30	10,30	1,97
15:43	6	4,00	4,04	4,04	4,04	4,04	0,01
15:49	6	13,60	13,76	13,74	13,70	13,73	3,04
15:55	6	5,60	5,54	5,51	5,42	5,49	0,47
16:01	6	8,80	8,89	8,86	8,86	8,87	1,52
16:07	6	18,40	18,54	18,58	18,62	18,58	4,56
16:13	6	4,00	4,02	4,04	4,04	4,03	0,01

Gerät 2 3. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
16:19	Start						
16:23	4	4,00	4,03	4,02	4,02	4,02	0,01
16:29	6	15,20	15,34	15,30	15,31	15,32	3,54
16:35	6	10,40	10,21	10,24	10,23	10,23	1,95
16:41	6	4,00	4,04	4,01	4,05	4,03	0,01
16:47	6	13,60	13,67	13,76	13,75	13,73	3,04
16:53	6	5,60	5,69	5,74	5,72	5,72	0,54
16:59	6	8,80	8,65	8,69	8,72	8,69	1,46
17:05	6	18,40	18,24	18,31	18,29	18,28	4,46
17:11	6	4,00	4,01	3,99	4,03	4,01	0,00

Tabelle 41: Daten der Linearitätsprüfung, 0 - 5 mg/m³ (feuchtes Prüfgas), Gerät 1

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 08.12.2011 mit drei Durchgängen

Gerät 1 — 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
08:05	Start						
08:09	4	4,00	4,02	4,06	4,05	4,04	0,01
08:15	6	15,20	15,36	15,38	15,34	15,36	3,55
08:21	6	10,40	10,39	10,36	10,36	10,37	1,99
08:27	6	4,00	4,02	4,03	4,03	4,03	0,01
08:33	6	13,60	13,67	13,69	13,69	13,68	3,03
08:39	6	5,60	5,52	5,55	5,55	5,54	0,48
08:45	6	8,80	9,02	9,02	8,99	9,01	1,57
08:51	6	18,40	18,51	18,52	18,52	18,52	4,54
08:57	6	4,00	4,06	4,05	4,02	4,04	0,01

Gerät 1 — 2. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
09:03	Start						
09:07	4	4,00	4,02	4,02	4,03	4,02	0,01
09:13	6	15,20	15,34	15,36	15,32	15,34	3,54
09:19	6	10,40	10,32	10,34	10,34	10,33	1,98
09:25	6	4,00	4,03	4,03	4,04	4,03	0,01
09:31	6	13,60	13,61	13,62	13,62	13,62	3,01
09:37	6	5,60	5,55	5,56	5,57	5,56	0,49
09:43	6	8,80	9,00	9,02	9,03	9,02	1,57
09:49	6	18,40	18,55	18,52	18,52	18,53	4,54
09:55	6	4,00	4,05	4,02	4,01	4,03	0,01

Gerät 1 — 3. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
10:01	Start						
10:05	4	4,00	4,03	4,03	4,03	4,03	0,01
10:11	6	15,20	15,33	15,37	15,38	15,36	3,55
10:17	6	10,40	10,34	10,32	10,31	10,32	1,98
10:23	6	4,00	4,02	4,04	4,02	4,03	0,01
10:29	6	13,60	13,65	13,69	13,67	13,67	3,02
10:35	6	5,60	5,56	5,54	5,53	5,54	0,48
10:41	6	8,80	9,01	9,02	9,03	9,02	1,57
10:47	6	18,40	18,52	18,51	18,50	18,51	4,53
10:53	6	4,00	4,03	4,02	4,02	4,02	0,01

Tabelle 42: Daten der Linearitätsprüfung, 0 - 5 mg/m³ (feuchtes Prüfgas), Gerät 2

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 08.12.2011 mit drei Durchgängen

Gerät 2 **1. Durchgang**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
08:05	Start						
08:09	4	4,00	4,04	4,03	4,01	4,03	0,01
08:15	6	15,20	15,38	15,40	15,42	15,40	3,56
08:21	6	10,40	10,32	10,28	10,31	10,30	1,97
08:27	6	4,00	4,04	4,02	4,05	4,04	0,01
08:33	6	13,60	13,83	13,91	13,86	13,87	3,08
08:39	6	5,60	5,54	5,51	5,57	5,54	0,48
08:45	6	8,80	8,94	8,91	8,85	8,90	1,53
08:51	6	18,40	18,58	18,64	18,60	18,61	4,56
08:57	6	4,00	4,02	4,05	4,05	4,04	0,01

Gerät 2 **2. Durchgang**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
09:03	Start						
09:07	4	4,00	4,05	4,02	4,05	4,04	0,01
09:13	6	15,20	15,34	15,40	15,38	15,37	3,55
09:19	6	10,40	10,35	10,34	10,33	10,34	1,98
09:25	6	4,00	4,04	4,04	4,04	4,04	0,01
09:31	6	13,60	13,76	13,74	13,70	13,73	3,04
09:37	6	5,60	5,54	5,51	5,42	5,49	0,47
09:43	6	8,80	8,89	8,86	8,86	8,87	1,52
09:49	6	18,40	18,54	18,58	18,62	18,58	4,56
09:55	6	4,00	4,02	4,04	4,04	4,03	0,01

Gerät 2 **3. Durchgang**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
10:01	Start						
10:05	4	4,00	4,03	4,02	4,02	4,02	0,01
10:11	6	15,20	15,34	15,33	15,34	15,34	3,54
10:17	6	10,40	10,21	10,24	10,23	10,23	1,95
10:23	6	4,00	4,04	4,01	4,05	4,03	0,01
10:29	6	13,60	13,67	13,76	13,75	13,73	3,04
10:35	6	5,60	5,69	5,74	5,72	5,72	0,54
10:41	6	8,80	8,65	8,69	8,72	8,69	1,46
10:47	6	18,40	18,24	18,31	18,29	18,28	4,46
10:53	6	4,00	4,01	3,99	4,03	4,01	0,00

Tabelle 43: Daten der Linearitätsprüfung, 0 - 10 mg/m³ (trockenes Prüfgas)

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)
Messdatum: 12.01.2011 mit einem Durchgang

Gerät 1 **1. Durchgang**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
17:00	Start						
17:04	4	4,00	4,06	4,02	4,02	4,03	0,02
17:10	6	15,20	15,42	15,40	15,40	15,41	7,13
17:16	6	10,40	10,45	10,48	10,42	10,45	4,03
17:22	6	4,00	4,02	4,03	4,03	4,03	0,02
17:28	6	13,60	13,65	13,68	13,64	13,66	6,04
17:34	6	5,60	5,62	5,63	5,64	5,63	1,02
17:40	6	8,80	8,92	8,93	8,93	8,93	3,08
17:46	6	18,40	18,34	18,32	18,32	18,33	8,95
17:52	6	4,00	4,02	4,03	4,02	4,02	0,01

Gerät 2 **1. Durchgang**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
17:00	Start						
17:04	4	4,00	4,02	4,06	4,02	4,03	0,02
17:10	6	15,20	15,31	15,32	15,32	15,32	7,07
17:16	6	10,40	10,32	10,32	10,28	10,31	3,94
17:22	6	4,00	4,01	4,01	4,02	4,01	0,01
17:28	6	13,60	13,58	13,55	13,51	13,55	5,97
17:34	6	5,60	5,78	5,74	5,74	5,75	1,10
17:40	6	8,80	8,72	8,71	8,76	8,73	2,96
17:46	6	18,40	18,32	18,32	18,30	18,31	8,95
17:52	6	4,00	4,02	4,02	4,02	4,02	0,01

Tabelle 44: Daten der Klimaprüfung für HF

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 22.05.2012 bis 24.05.2012 mit einem Durchgang

Gerät 1		**Nullpunkt**				**Referenzpunkt**				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	Soll	1.	2.	3.	∅
Temperatur	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mg/m³	mA	mA	mA	mA
20	08:19	4,03	4,05	4,03	4,04	4,5	15,31	15,36	15,32	15,33
0	14:34	4,02	4,02	4,03	4,02	4,5	15,28	15,27	15,30	15,28
-20	07:24	4,01	4,03	4,06	4,03	4,5	15,24	15,22	15,21	15,22
20	14:19	4,05	4,05	4,08	4,06	4,5	15,27	15,27	15,28	15,27
50	07:34	4,01	4,02	4,05	4,03	4,5	15,38	15,37	15,39	15,38
20	14:09	4,02	4,03	4,05	4,03	4,5	15,33	15,34	15,35	15,34

Gerät 2		**Nullpunkt**				**Referenzpunkt**				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	Soll	1.	2.	3.	∅
Temperatur	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mg/m³	mA	mA	mA	mA
20	08:19	4,00	4,06	4,01	4,02	5	15,29	15,30	15,30	15,30
0	14:34	4,02	4,02	4,06	4,03	4,5	15,27	15,28	15,26	15,27
-20	07:24	4,01	4,05	4,02	4,03	4,5	15,21	15,23	15,19	15,21
20	14:19	4,01	4,01	4,05	4,02	4,5	15,31	15,28	15,29	15,29
50	07:34	4,06	4,02	4,01	4,03	4,5	15,38	15,39	15,39	15,39
20	14:09	4,02	4,02	4,05	4,03	4,5	15,33	15,29	15,31	15,31

Tabelle 45: Daten der Netzspannungsprüfung für HF

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 28.02.2012 mit einem Durchgang

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang Volt	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
230	08:04	4,02	4,02	4,02	4,02	0,01	4,01	4,01	4,01	4,01	0,00
242	08:18	4,03	4,02	4,02	4,02	0,01	4,00	4,00	4,01	4,00	0,00
253	08:32	4,02	4,03	4,02	4,02	0,01	4,00	4,00	4,01	4,00	0,00
219	08:46	4,02	4,02	4,02	4,02	0,01	4,00	4,00	4,01	4,00	0,00
207	09:00	4,03	4,02	4,03	4,03	0,01	4,01	4,00	4,01	4,01	0,00
196	09:14	4,03	4,02	4,02	4,02	0,01	4,01	4,00	4,00	4,00	0,00

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang Volt	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m³
230	08:11	15,35	15,35	15,34	15,35	3,55	15,38	15,38	15,36	15,37	3,55
242	08:25	15,34	15,34	15,35	15,34	3,54	15,38	15,37	15,37	15,37	3,55
253	08:39	15,35	15,35	15,35	15,35	3,55	15,37	15,37	15,37	15,37	3,55
219	08:53	15,36	15,34	15,34	15,35	3,55	15,36	15,36	15,36	15,36	3,55
207	09:07	15,37	15,36	15,34	15,36	3,55	15,37	15,38	15,37	15,37	3,55
196	09:21	15,34	15,35	15,34	15,34	3,54	15,38	15,37	15,38	15,38	3,56

Tabelle 46: Daten der Querempfindlichkeit für HF

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 05.02.2012 bis 17.02.2012

Messgerät 1			Nullpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			mg/m³	mA	mA	mA	mA	mg/m³
O_2	21	Vol.-%	-0,002	4,01	4,02	3,99	4,01	0,002
O_2	3	Vol.-%	-0,004	3,99	3,97	3,99	3,98	-0,005
H_2O	30	Vol.-%	-0,001	4,00	3,98	3,99	3,99	-0,003
CO	300	mg/m³	0,000	4,00	3,99	4,00	4,00	-0,001
CO_2	15	Vol.-%	-0,002	3,99	3,99	3,98	3,99	-0,004
CH_4	50	mg/m³	0,000	4,00	4,00	4,00	4,00	0,000
N_2O	100	mg/m³	0,000	4,00	4,00	4,00	4,00	0,000
NO	300	mg/m³	-0,002	4,00	4,00	4,00	4,00	0,000
NO_2	30	mg/m³	-0,002	3,98	3,98	3,98	3,98	-0,006
NH_3	20	mg/m³	-0,007	4,00	4,00	4,00	4,00	0,000
SO_2	1000	mg/m³	-0,004	3,99	3,99	3,98	3,99	-0,004
HCl	200	mg/m³	-0,002	4,00	4,00	3,98	3,99	-0,002

Messgerät 1			Referenzpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			mg/m³	mA	mA	mA	mA	mg/m³
O_2	21	Vol.-%	4,00	16,78	16,77	16,77	16,77	3,99
O_2	3	Vol.-%	4,01	16,83	16,83	16,85	16,84	4,01
H_2O	30	Vol.-%	4,00	16,76	16,77	16,75	16,76	3,99
CO	300	mg/m³	4,00	16,80	16,78	16,78	16,79	4,00
CO_2	15	Vol.-%	3,99	16,81	16,82	16,82	16,82	4,01
CH_4	50	mg/m³	3,99	16,82	16,77	16,79	16,79	4,00
N_2O	100	mg/m³	4,01	16,82	16,83	16,85	16,83	4,01
NO	300	mg/m³	3,99	16,83	16,83	16,84	16,83	4,01
NO_2	30	mg/m³	4,00	16,77	16,76	16,79	16,77	3,99
NH_3	20	mg/m³	3,99	16,81	16,82	16,82	16,82	4,01
SO_2	1000	mg/m³	4,02	16,77	16,80	16,83	16,80	4,00
HCl	200	mg/m³	4,01	16,81	16,80	16,80	16,80	4,00

Tabelle 47: Daten der Querempfindlichkeit für HF

Messgerät: LasIR im Labortest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)
Messdatum: 05.02.2012 bis 17.02.2012

Messgerät 2			Nullpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			mg/m³	mA	mA	mA	mA	mg/m³
O_2	21	Vol.-%	0,007	4,01	4,02	4,01	4,01	0,004
O_2	3	Vol.-%	0,004	4,02	4,01	4,01	4,01	0,004
H_2O	30	Vol.-%	0,005	4,02	4,01	4,01	4,01	0,004
CO	300	mg/m³	0,001	4,03	4,04	4,02	4,03	0,009
CO_2	15	Vol.-%	0,001	4,00	4,01	4,00	4,00	0,001
CH_4	50	mg/m³	0,007	4,02	4,02	4,02	4,02	0,006
N_2O	100	mg/m³	0,008	4,01	4,03	4,04	4,03	0,008
NO	300	mg/m³	0,002	4,01	4,02	4,02	4,02	0,005
NO_2	30	mg/m³	0,008	4,02	4,02	4,01	4,02	0,005
NH_3	20	mg/m³	0,001	4,04	4,04	4,04	4,04	0,013
SO_2	1000	mg/m³	0,009	4,01	4,01	4,01	4,01	0,003
HCl	200	mg/m³	0,004	4,03	4,06	4,04	4,04	0,014

Messgerät 2			Referenzpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			mg/m³	mA	mA	mA	mA	mg/m³
O_2	21	Vol.-%	4,02	16,90	16,87	16,89	16,89	4,03
O_2	3	Vol.-%	4,02	16,90	16,90	16,90	16,90	4,03
H_2O	30	Vol.-%	4,01	16,86	16,87	16,88	16,87	4,02
CO	300	mg/m³	4,00	16,78	16,80	16,80	16,79	4,00
CO_2	15	Vol.-%	4,01	16,85	16,86	16,87	16,86	4,02
CH_4	50	mg/m³	4,00	16,89	16,88	16,84	16,87	4,02
N_2O	100	mg/m³	4,00	16,84	16,83	16,86	16,84	4,01
NO	300	mg/m³	4,00	16,86	16,85	16,84	16,85	4,02
NO_2	30	mg/m³	4,00	16,80	16,77	16,78	16,78	3,99
NH_3	20	mg/m³	3,99	16,79	16,80	16,79	16,79	4,00
SO_2	1000	mg/m³	4,01	16,85	16,87	16,84	16,85	4,02
HCl	200	mg/m³	4,00	16,85	16,88	16,83	16,85	4,02

Tabelle 48: Daten der Kalibrierungen für HF

Messgerät: LasIR im Feldtest
Komponente: HF (Zertifizierungsbereich = 0 - 5 mg/m³)

1. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	Volumen Gasuhr l	Luft-druck hPa	Temp. °C	Analyse HF µg /Probe	SRM nf mg/m³	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	08.05.12	11:33	30	70	1005	18	88,1	1,1	7,46	7,48
2	08.05.12	13:00	30	69	1005	19	66,4	0,8	6,66	6,70
3	08.05.12	14:00	30	69	1005	19	63,0	0,8	6,64	6,72
4	08.05.12	15:00	30	69	1005	19	58,2	0,7	6,65	6,61
5	08.05.12	16:00	30	68	1005	20	76,0	1,0	6,99	6,97
6	09.05.12	11:46	30	68	1009	22	46,1	0,6	5,80	5,89
7	09.05.12	12:50	30	69	1009	23	44,7	0,6	5,85	5,89
8	09.05.12	13:50	30	69	1009	23	42,5	0,5	5,87	5,91
9	09.05.12	14:50	30	68	1009	23	41,0	0,5	6,17	6,13
10	09.05.12	15:50	30	79	1009	23	58,3	0,6	6,10	6,13
11	10.05.12	08:50	30	69	1004	21	41,4	0,5	5,89	5,88
12	10.05.12	09:50	30	67	1004	22	42,4	0,6	5,98	5,93
13	10.05.12	10:50	30	70	1004	22	42,6	0,5	6,08	6,02
14	10.05.12	11:50	30	70	1004	22	43,6	0,5	6,09	6,05
15	10.05.12	13:15	30	79	1004	22	45,7	0,5	5,82	5,93

2. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	Volumen Gasuhr l	Luft-druck hPa	Temp. °C	Analyse HF µg /Probe	SRM nf mg/m³	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	16.07.12	10:58	30	56	1016	22	49,1	0,8	6,47	6,48
2	16.07.12	11:58	30	78	1016	23	48,3	0,5	6,42	6,41
3	16.07.12	13:00	30	78	1016	24	56,7	0,6	6,33	6,37
4	16.07.12	14:00	30	79	1016	24	48,0	0,5	6,44	6,46
5	16.07.12	15:00	30	78	1016	24	50,3	0,6	6,17	6,15
6	17.07.12	09:47	30	83	1012	19	39,6	0,4	5,93	5,98
7	17.07.12	10:47	30	94	1012	19	65,6	0,6	6,38	6,30
8	17.07.12	11:47	30	79	1012	20	50,1	0,5	6,46	6,43
9	17.07.12	12:56	30	86	1012	22	56,9	0,6	6,36	6,40
10	17.07.12	14:09	30	71	1012	22	122,3	1,5	9,15	9,19
11	19.07.12	08:30	30	82	999	20	64,3	0,7	6,28	6,29
12	19.07.12	09:30	30	83	999	22	57,4	0,6	6,42	6,36
13	19.07.12	10:30	30	101	999	23	64,4	0,6	6,26	6,25
14	19.07.12	11:30	30	81	999	23	68,3	0,7	6,44	6,39
15	19.07.12	12:43	30	62	999	25	60,6	0,9	6,96	6,94

Tabelle 49: Gesamtunsicherheitsberechnung für HF

Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

Messeinrichtung					
Hersteller	Unisearch Associates				
Bezeichnung der Messeinrichtung	LasIR				
Seriennummer der Prüflinge	LAS1002 / LAS1003				
Messprinzip	IR Laser				
Prüfbericht	936/21216746/A				
Prüfinstitut	TÜV Rheinland				
Berichtsdatum	06.10.2012				
Messkomponente	HF				
Zertifizierungsbereich ZB	0 -	5	mg/m³		
Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)					
(System mit größter QE)					
Summe positive QE am Null-Punkt		0,00	mg/m³		
Summe negative QE am Null-Punkt		0,00	mg/m³		
Summe positive QE am Ref.-Punkt		0,00	mg/m³		
Summe negative QE am Ref.-Punkt		0,00	mg/m³		
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten		0,00	mg/m³		
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit		0,000	mg/m³		
Berechnung der erweiterten Messunsicherheit					
Prüfgröße				u^2	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	u_D	0,024	mg/m³	0,001	(mg/m³)²
Linearität / Lack-of-fit	u_{lof}	-0,035	mg/m³	0,001	(mg/m³)²
Nullpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,z}$	0,006	mg/m³	0,000	(mg/m³)²
Referenzpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,s}$	0,026	mg/m³	0,001	(mg/m³)²
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u_t	0,017	mg/m³	0,000	(mg/m³)²
Einfluss der Netzspannung	u_v	0,006	mg/m³	0,000	(mg/m³)²
Querempfindlichkeit	u_i	0,000	mg/m³	0,000	(mg/m³)²
Einfluss des Probengasdruck	u_p	0,012	mg/m³	0,000	(mg/m³)²
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u_{rm}	0,040	mg/m³	0,002	(mg/m³)²
Auswanderung des Messstrahles	u_{mb}	0,022	mg/m³	0,000	(mg/m³)²

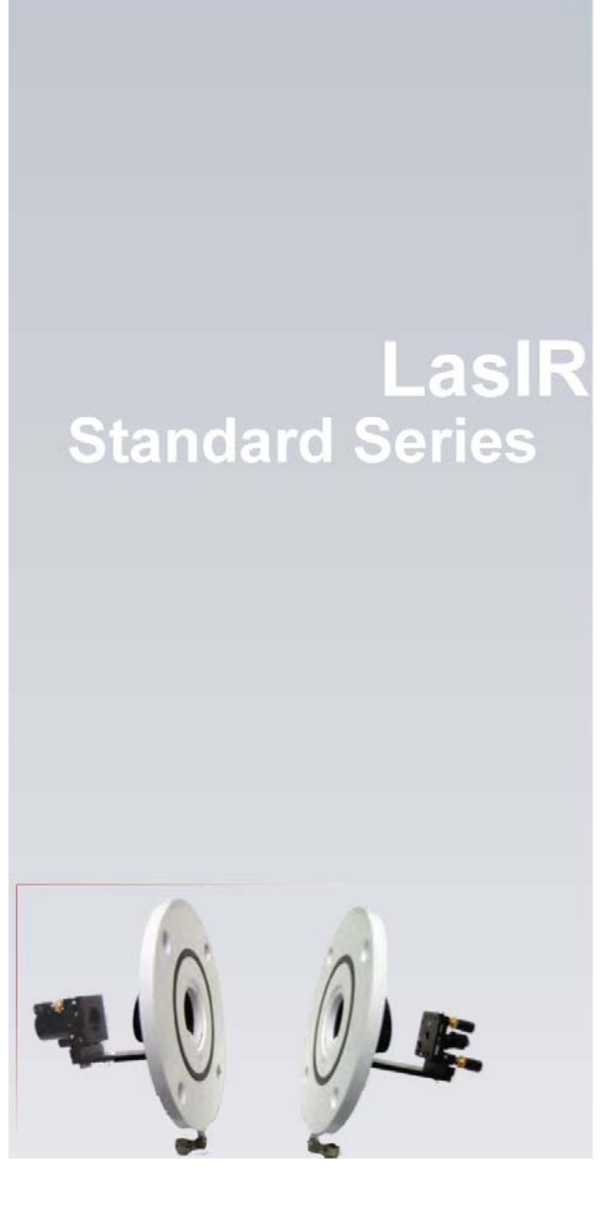
* Der größere der Werte wird verwendet:
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{max,j})^2}$$

Kombinierte Standardunsicherheit (u_C)		0,07	mg/m³
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c * k = u_c * 1{,}96$	0,14	mg/m³

Relative erweiterte Messunsicherheit	**U in % vom Grenzwert 1 mg/m³**	**14,0**
Anforderung nach 2000/76/EG und 2001/80/EG	**U in % vom Grenzwert 1 mg/m³**	**40,0**
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Grenzwert 1 mg/m³	30,0

10. Bedienungsanleitung



Betriebsanleitung









Datum:	21.09.2012
Aktualisiert von:	Piergiorgio Viglino
Überprüft von:	Alak Chanda
Genehmigt von:	Gervase Mackay

Inhalt

1. GERÄTEÜBERBLICK

Abb. 1.1 RB210 Freistehender Analysator mit zwei Kanälen
Fiber-Coax Ausführung



Abb. 1.2 RB210 Zweikanalanalysator, freistehend
Fibre-Fibre Ausführung



Abb. 1.3 RM810 Achtkanal-Analysator zum Einbau in Analysenschrank



1.0 Das Gerät im Überblick

Das Unisearch LasIR Messgerät, das auf dem Prinzip der Lichtabsorption eines abstimmbaren Diodenlasers im nahen Infrarotbereich basiert. Es ist für die nicht invasive in-situ Messung unterschiedlicher Komponenten in Abgasemissionen oder Immissionen konzipiert. Die Messeinrichtung besteht aus zwei Hauptbestandteilen: der LasIR Steuer-(Analyse-)-einheit und den Optikköpfen.

Die Steuereinheit besteht aus Lasersteuerung, Datenerfassungselektronik, Referenzzelle, Geräteein-/ausgänge einschließlich 4-20 mA für Messwert- und Stromsignale, analoge Eingänge für die Echtzeiteingabe von Prozessparamatern wie Temperatur und Druck, RS232 und Netzwerkanschluss zur Kommunikation mit einem Host-Computer.

Mithilfe von Multiplexing erlaubt eine einzelne Steuereinheit Messungen von bis zu 16 Stellen. Es stehen zwei Grundausführungen zur Verfügung: einem freistehenden Modell, das an bis zu 2 Stellen gleichzeitig messen kann und einem Einbaugerät, das an bis zu 16 Stellen gleichzeitig misst. Abbildungen 1.1, 1.2 und 1.3 zeigen jeweils Beispiele.

Die zwei Wege Optikköpfe richten den Laserstrahl quer über die Messstrecke zu einem Rückstrahlerelement, das das Licht zum Ausgangselement zurückführt und auf einen Detektor für das zurückgeworfene Licht lenkt und über ein Koaxialkabel schließlich zum Analysator führt.

Die Einwege-Optikköpfe richten den Laserstahl quer durch den Abgaskanal auf das Sensormodul, das auf der gegenüberliegenden Seite des Kanals platziert ist. Über ein Jumper-Koaxialkabel wird das Signal zur Ausgansseite geführt. Von hier aus wird es über ein standard Koaxialkabel zurück zum Analysator geführt.

Der Analysator kann ohne Host-Computer betrieben werden. Er verfügt über einen 4-20mA- und einen RS232-Ausgang oder kann über eine Netzwerkverbindung an einen Host-Computer angeschlossen werden, der nur zur Problembehebung benötigt wird oder, falls gewünscht, für Datenanzeige und –aufzeichnung zusätzlich zu den über 4-20mA bereitgestellten Werten.

Das Kernstück des LasIR Messgeräts ist die Laserdiode, die als Lichtquelle im nahen Infrarotbereich dient. Diese Dioden senden einen Lichtstrahl in einem schmalen aber einstellbaren Wellenlängenspektrum. Dioden sind für einen großen Teil des Spektrums 0.7 - 2.7 µm erhältlich und werden jeweils für einen bestimmten Anwendungsbereich ausgewählt. Die hohe spektrale Auflösung sowie die Einstellbarkeit der Laserdioden ermöglichen die Messung optischer Absorption einer einzelnen Rotations-/Vibrationslinie im Spektrum des zu messenden Moleküls. Dadurch wird das untersuche Gas eindeutig identifiziert und es besteht ein hohes Maß an Abgrenzung gegenüber Störgasen.

Laserdioden im nahen Infrarotbereich bieten viele Vorteile. So sind sie im Gegensatz zu Bleisalz-Lasern im mittleren Infrarotbereich, die kryogen gekühlt werden müssen, bei oder nahezu bei Raumtemperatur einsatzbereit. Aufgrund ihrer weiten Verbreitung im Bereich Kommunikations- und Verbraucherelektronik liefern sie bei günstigen Preisen angemessene Qualität und Leistung. Optisches und elektronisches Zubehör ist flächendeckend erhältlich. Dies ermöglicht den Bau eines erschwinglichen und kompakten Messgeräts.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass zunehmender Druck im nahen Infrarotbereich weniger bedeutend ist als im mittleren Infrarotbereich. Dies ermöglicht den Betrieb bei Atmosphärendruck für Geräte mit geschlossener oder offener Messstrecke ohne dass die Messergebnisse übermäßig beeinflusst werden. Außerdem absorbieren weniger Moleküle in diesem Spektrum Licht. So kommt es zu weniger Querempfindlichkeiten durch andere Komponenten in der komplexen Zusammensetzung von Prozessemissionen.

Diese Anleitung beschreibt den Betrieb der LasIR Standard Analysator Reihe und dessen Einsatz zur Messung von Spurengasen.

1. Das Gerät im Überblick

1.1 Der Analysator im Überblick

Die freistehende Einheit ist von einem RF abgeschirmten Kasten der Dimensionen 6“ H x 14“ B x 10“ T umschlossen (15 H x 35 B x 25 T (cm)). Das Einbaugerät hat folgende Abmessungen: 6“ H x 17“ B x 11“ T (15 H x 43 B x 28 T (cm)). Das LasIR Steuermodul kann mit 12 V Gleichstrom betrieben werden. Die Stromversorgung erfolgt über einen Akku oder über den Anschluss an eine Netzspannung mit Hilfe eines Netzteils. Das mitgelieferte Netzteil arbeitet mit einer Versorgungsspannung im Bereich 100 - 240 V (Wechselspannung) und 50/60 Hz. Nach einem Stromausfall nimmt das Gerät den Betrieb automatisch wieder auf. Für optimale, langfristige Stabilität und Zuverlässigkeit, verwenden Sie eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).

Der Laser ist im Analysator enthalten. Er wird auf die Frequenz der Absorptionslinie des zu messenden Gases abgestimmt, indem Temperatur und Strom des Lasers variiert werden.
Die Laserkopfanordnung verfügt über einen thermoelektrischen Kühler, der die Temperatur des Lasers im Bereich 0 – 50°C reguliert.

Durch eine periodische Stromänderung wird das wiederholte Scannen eines vorgegebenen Frequenzbereiches ermöglicht. Die Mittelwertbildung aus mehrfachem Abtasten erhöht die Empfindlichkeit des Gerätes. Der Laser ist an ein optisches Kabel gekoppelt, das wiederum mit einem optischen Strahlteller verbunden ist.

Dieser Strahlteller teilt das Licht in zwei Wege auf. Ein Ausgang (im Bereich 2% - 10%) leitet Laseremissionen an einen Referenzkanal. Licht aus dem Ausgang für den Referenzkanal durchquert eine kleine Referenzzelle, die eine hohe Konzentration des zu messenden Gases für diesen Laser enthält. Das Signal aus dem Referenzkanal dient der Abstimmung der Wellenlänge des Lasers auf die Absorptionslinie.

Der andere Ausgang (im Bereich 90% - 98%) wird für die Messkanäle verwendet und kann in zwei, vier, acht, zwölf und sechzehn Kanäle geteilt werden. Dies wird durch einen optischen Multiplexer erreicht, der im Prinzip das gesamte Licht an den aktiven Ausgang leitet, oder, falls ein statischer Strahlteller verwendet wird, das Licht proportional zu jedem Ausgang teilt (50:50, 25:25:25:25 etc.). Optische Multiplexer werden in staubigen Umgebungen oder für große Pfadlängen eingesetzt, weil es hier zu einer Signalabschwächung kommen kann. Strahltellersysteme sind meist kurze Pfadlängen (<10 m) bei Kanalgasen mit geringer Partikellast.

Die Signaldetektoren sind im Teleskopkopf befestigt. Das elektrische Signal jedes Detektors wird über Koaxialkabel zurück an den Analysator übertragen. Diese rückübertragenen Signale werden elektrisch zu einem Signal im Analysator gebündelt (gemultiplext). Das Detektormodul verarbeitet die Signale und leitet Informationen an einen integrierten Computer, wo die Gaskonzentration aus dem gemessenen Absorptionssignal für jeden Kanal ermittelt wird.

Der Analysator enthält außerdem einen Steuerkreis für Temperatur und Leistung des Lasers, eine Datenerfassungs- und -steuerungskarte (D/A Board) und einen integrierten Computer für die automatische Datensteuerung und -analyse.

Das Tastenfeld auf der vorderen Abdeckung ermöglicht die Überwachung des Gerätes und der Messparameter sowie die Einstellung einiger der Geräteparameter (für weitere Informationen Abschnitt über die vordere Abdeckung beachten). Der RS232 Ausgang ist ein ASCII-String, der mit den über die Netzwerkverbindung aufgezeichneten Daten identisch ist und die acht 4-20 mA Ausgänge sind paarweise angeordnet, um Konzentrationen und Signalstärken auf jedem der aktiven Kanäle auszugeben.

Für jede Stelle sind zwei analoge Eingangskanäle vorhanden, um Parameter wie Prozesstemperatur, und Druck zum Zweck der Echtzeitkorrektur zu überwachen.

1. Das Gerät im Überblick

Abb. 1.4 In Situ Optik



1.2 Aufspaltung des Laserstrahls & Multiplexen

STRAHLTELLER Konfiguration (RB210/RB410/RB810)
Für Einsatzbereiche, die keine hohe Laserleistung erfordern (Gase <10 mg/m³ Staubbeladung), wird das Messkanallicht vom Strahlenteller zu einem passiven 2, 4 oder 8-wegeverzweiger geleitet, der zwei, vier oder acht Strahlen gleicher Leistung (~50% der Gesamtlaserleistung im SB210, 25% der Gesamtlaserleistung im RB410 und 12.5% der Gesamtlaserleistung im RB810) an jeden Kanal an die Ausgänge an der vorderen Abdeckung liefert. In dieser Konfiguration ist die Laserleistung gleichzeitig an allen Ausgängen.
SIGNAL MULTIPLEXER (RM410/RM810/RM1210/RM1610)
Für Einsatzbereiche, die eine höhere Laserleistung erfordern, kann ein 2, 4 oder 8 optischer Ausgangsmultiplexer die Laserleistung nacheinander an jeden Kanal senden. Der optische Multiplexer liefert zeitlich gemultiplext die gesamte Laserleistung an jeden der Kanäle senden. Licht wird an ein Teleskop zur Zeit gesendet. In dieser Konfiguration wird das gesamte Licht an je einen Kanal gesendet. Der Koaxialschalter leitet das Signal von den Teleskopen zur Analyse einzeln an das LasIR Steuerplatine. Konfigurationen für 12 und 16 Kanäle sind ebenfalls erhältlich. Sie verwenden eine Kombination aus 4- und 8-Kanal Multiplexern.

1.3 In Situ Messungen

Für Insitu-Messungen steht eine Reihe unterschiedlicher Konfigurationen für optische Sensoren zum Einsatz im Abgaskanal zur Verfügung.

FIBER-COAX-ÜBERTRAGUNG: Die Sensoren bestehen aus einem Sender und einem Empfänger die einzelne zwei- oder mehrpfad-Messsituationen erzeugen. Die verwendete Konfiguration hängt von den Messbedingungen sowie den Anforderungen an die Empfindlichkeit ab. Der Sender enthält eine Linse und einen Glasfaseranschluss. Das Laserlicht wird durch den Lichtwellenleiter an die Linse des Senders gekoppelt und durchstrahlt das Messvolumen zu einem Empfänger (Single-Pass) oder einem Rückstrahler (Dual-Pass). Der Empfänger besteht aus einer Linse und einem Detektor (mit Vorverstärker für lange Kabelstrecken). Die Empfängeroptik bündelt das eingehende Laserlicht auf den Detektor, wo es in ein elektrisches Signal umgewandelt wird. Das Signal wird über Koaxialkabel an den Analysator zurück übertragen.

FIBER-FIBER-ÜBERTRAGUNG: Für Einsatzbereiche, in denen ein Bedarf für Explosionsschutz der Optik besteht, wird das quer durch den Kanal übertragene optische Signal auf einen Lichtwellenleiter zurück gebündelt und an den Analysator zurückgegeben, der dahin gehend modifiziert ist, dass er den Detektor enthält. Diese Ausführung funktioniert in einer reinen Gasumgebung am besten, da die Lichtkopplung in den Leiter weniger effizient ist.

-

2. Betrieb

2.0 Gerätebetrieb im Überblick

Nachdem die Sensoren an den Messpunkten installiert worden sind und alle Signalleitungen zu und von der LasIR –Steuerung verbunden worden sind, können Überwachungsdaten über einen Bildschirm und ein Tastenfeld an der Vorderseite des Analysators angezeigt und gesteuert werden. Ein 5-Zoll (12,7 cm) LCD Bildschirm dient der Darstellung der Messwerte sowie als grafische Bedienoberfläche. Er stellt 8 Zeilen Text bzw. Grafiken dar.

2.1 Analysator LCD Anzeige

Wenn der Analysator zum ersten Mal in Betrieb genommen wird, erscheint die Anzeige wie in Abbildung 2.1 dargestellt. Nachdem der Analysator sein anfängliches Selbstdiagnoseprogramm abgeschlossen hat (< 30 Sekunden), erscheint eine Anzeige, ähnlich der in Abbildung 2.2 dargestellten. Ganz oben werden aktuelles Datum und die Zeit angezeigt, gefolgt von der Dauer der Probenahme (DXX) und der jeweils aktuellen Stelle (TYY). Die Probenahmezeit XX kann jede Angabe zwischen 0.1 Sekunden und 1 Stunde sein. Falls die Probenahmezeit zwischen 1 und 99 Sekunden liegt, wird der Wert von XX bis 0 rückwärts gezählt, um den Fortschritt anzuzeigen. Wenn die Probenahmezeit unter einer Sekunde liegt, wird für XX 00 angezeigt. Liegt die Zeit über 99 Sekunden, wird die Anzahl der Minuten angezeigt und rückwärts gezählt, bis die verbleibende Zeit unter 99 Sekunden liegt. Danach erfolgt der Countdown in Sekunden.

Hinweis: Die Genauigkeit der Echtzeituhr hängt von der Temperatur des Analysators ab. Sie ist für 25 ºC optimiert. Die Genauigkeit nimmt gleichermaßen mit Temperaturveränderungen in beide Richtungen ausgehend von Raumtemperatur ab. So geht die Uhr etwa bei 5 ºC oder 45 ºC um ca. 120 Sekunden im Monat nach.

Abb. 2.1 Anfangsanzeige des Analysators



Abb. 2.2 Hauptanzeige im Betrieb



Nächste Anzeige

Anzeige Setup / Warten / Auswählen

Vorherige Anzeige

Auswahl der einzustellenden Parameter in Setupanzeige

Die Messkomponente wird zusammen mit dem Messwert und der Messeinheit wie abgebildet angezeigt. Bei zwei Messkomponenten wird die zweite Komponente unterhalb der ersten angezeigt. Bei mehr als zwei Messkomponenten wird die Schriftgröße verringert und die Komponenten der Reihe nach angezeigt. Am unteren Rand der Anzeige wird die Signalstärke als Balken angezeigt. Die Signalstärke ist die absolute Stärke in Bezug auf die vorgenommene Verstärkungseinstellung. Im Normalbetrieb bei automatisch gewählter Verstärkung, wird die Stärke nicht durch Änderungen der Verstärkungseinstellungen beeinflusst, sondern nur durch Veränderungen aufgrund von Anpassungen oder Staubgehalten.

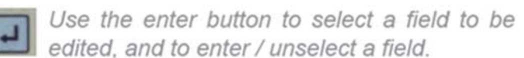
2. Betrieb

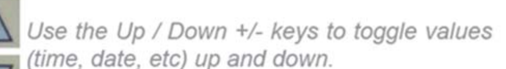
Abb. 2.3 Analysator Tastenfeld





Use the Arrow / A-B-C-D keys to move the cursor to various fields on the screen.





2.2 Analysator Tastenfeld

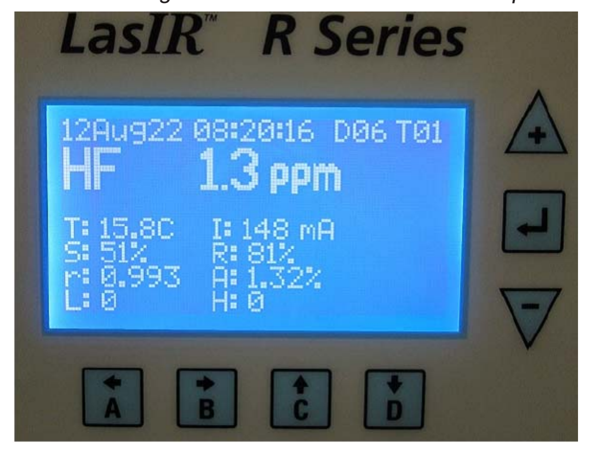
Das Tastenfeld kann verwendet werden, um Geräteparameter anzuzeigen, zwischen einzelnen Anzeigen hin- und her zuschalten, Einstellungen vorzunehmen und Messeinstellungen und Parameter anzupassen. Das Tastenfeld ist für die Analysatoren der S-Reihe und der R-Reihe gleich.

Hinweis: Ein ausgewähltes/aktives Eingabefeld ist markiert. Die Eingabe wird durch Drücken der ENTER-Taste beendet. Der Wert wird gespeichert. Mit der CLEAR-Taste werden Eingaben gelöscht.

Achtung: Alle Änderungen an Parametern gehen verloren, wenn die Daten vor Verlassen des Eingabebildschirms nicht gespeichert werden.

Das Tastenfeld ermöglicht es dem Benutzer, Systemparameter anzuzeigen und einige Einstellung vorzunehmen, ohne den Analysator an einen Host-Computer anschließen zu müssen. Speichern Sie Änderungen an den Einstellungen, bevor Sie diesen Bildschirm verlassen.

Abb. 2.4 Anzeige der Informationen zu Messkomponenten



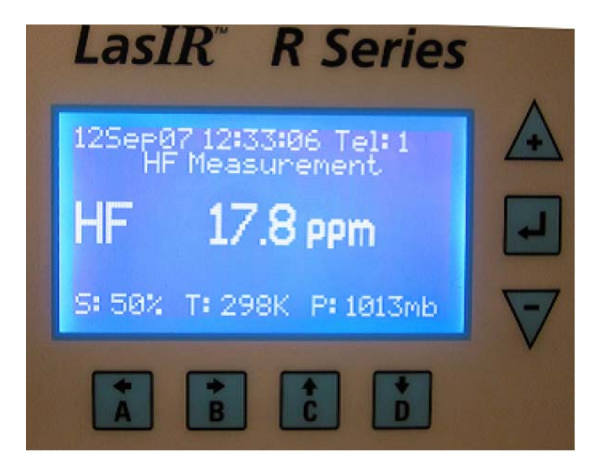
2.3 Bildschirmanzeigen

2.3.1 Anzeige der Informationen zu Messkomponenten

Durch einmaliges Drücken der Taste Nächste Anzeige (+) oder viermaliges Drücken der Taste vorherige Anzeige (-) gelangen Sie zur Anzeige der Informationen zu Messkomponenten. Dieser Bildschirm zeigt die aktuellen Messwerte der ausgewählten Teleskope an. T und I stehen für die Temperatur bzw. den Strom, S und R stehen für das Signal und die Referenzleistung, A bezeichnet die gemessene Lichtabsorption und L bzw. H beziehen sich auf die Anzahl von Hoch- oder Niedrigspannungsmessungen.

Falls der Analysator für die Messung mehrerer Komponenten konfiguriert ist, können Sie die Komponenten durch Drücken einer der Tasten unter der Anzeige (A, B, C, D Zeile) ändern.

Fig.2.5 Telescope Information Screen



2.3.2 Anzeige der Informationen zu Teleskopen

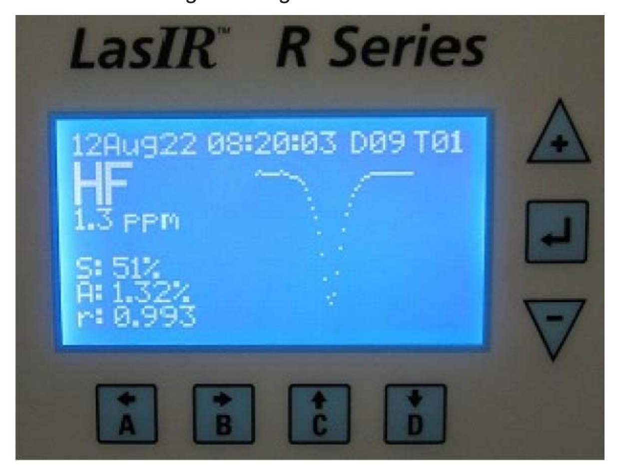
Durch zweimaliges Drücken der Taste Nächste Anzeige (+) oder dreimaliges Drücken der Taste vorherige Anzeige (-) gelangen Sie zu der in Abbildung 2.5 dargestellten Anzeige. Der Bildschirm zeigt die zuletzt gemessenen Eigenschaften für ein bestimmtes Teleskop an, das ganz rechts neben der Datums-/Zeitanzeige angegeben ist.

S bezeichnet die Signalstärke des Teleskops und T bzw. P die Teleskoptemperatur bzw. den Teleskopdruck.

Die **Parameter auswählen** (Pfeil-) Tasten führen durch alle Teleskope, die als verwendet gekennzeichnet sind.

2. Betrieb

Abb. 2.6 Anzeige der Signalinformationen

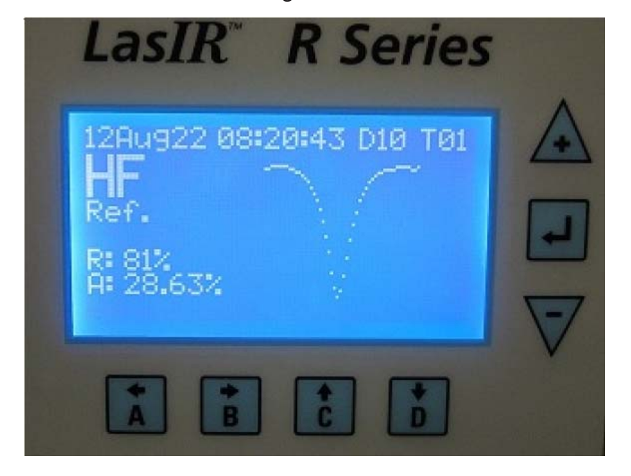


2.3.3 Anzeige der Spektralinformation

Durch dreimaliges Drücken der Taste Nächste Anzeige (+) oder zweimaliges Drücken der Taste vorherige Anzeige (-) gelangen Sie zu der in Abbildung 2.6 dargestellten Anzeige. Dieser Bildschirm zeigt das gemessene Spektrum an.

S bezeichnet die Signalstärke und A Signalabsorption. Mit der rechten oder linken Pfeiltaste schalten Sie sich durch die unterschiedlichen Komponenten. Die Auf- und Abwärtstasten schalten durch die Referenz- und Signalspektren.

Abb. 2.7 Referenzanzeige



Der Referenzbildschirm weicht leicht ab und ist in Abbildung 2.7 dargestellt. R bezeichnet die Referenzleistung.

Abb. 2.8 Anzeige der Softwareinformation



2.3.4 Anzeige der Softwareinformation

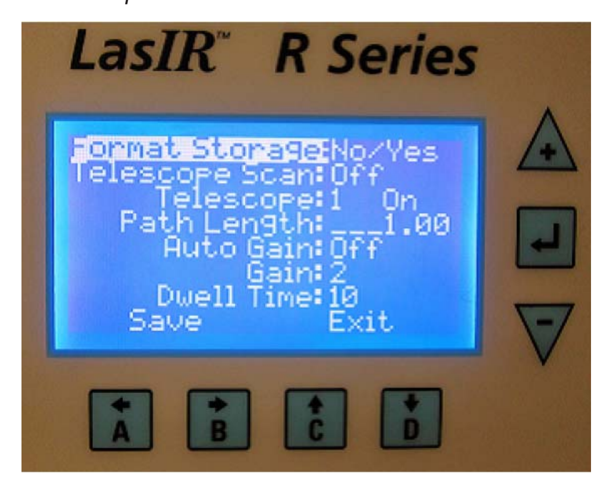
Durch viermaliges Drücken der Taste Nächste Anzeige (+) oder einmaliges Drücken der Taste vorherige Anzeige (-) gelangen Sie zu der in Abbildung 2.8 dargestellten Anzeige.

Dieser Bildschirm zeigt die IP-Adresse und Netzwerkmaske zusammen mit den auf dem Analysator installierten Softwareversionen an. Sie werden bei R0, R1 und R2 angegeben. CF steht für die Compact Flash Speicherkarte der Einheit.

2. Betrieb

2.4 Anzeige der Einstellungen

Abb. 2.9 Setup Bildschirm



Drücken Sie im Hauptbildschirm die Setup-Taste (Enter) um zu der in Abbildung 2.9 dargestellten Anzeige zu gelangen.

Hier stehen Ihnen einige Konfigurationsoptionen für Standardnutzer zur Verfügung. Durch Drücken der Select-Taste (Enter) können Sie Einstellungen ändern. Mit den Tasten (+) und (-) wird ein Wert festgelegt. Mit den Pfeiltasten schalten Sie sich durch das Menü. Wesentliche Änderungen der Konfiguration können nur im Werk oder durch autorisierte Personen mithilfe eines Host-Computers und dem LasIRView Diagnosesoftwarepaket vorgenommen werden, das aber für Standardanwendungen nicht benötigt wird.

Daten werden auf dem Analysator gespeichert und das Setup-Menü verlassen, indem die Select-Taste auf Save gesetzt wird. Falls Sie die vorherigen Einstellungen behalten und die vorgenommenen Änderungen nicht speichern möchten, drücken Sie Exit. Alle Änderungen werden rückgängig gemacht. Die Software kehrt zum Hauptbildschirm zurück, wenn 30 Sekunden lang keine Eingabe erfolgt. In diesem Fall werden vorgenommene Änderungen beibehalten, solange das Gerät angeschaltet ist. Durch Abschalten des Analysators werden alle Änderungen gelöscht.

Eine Änderung der Daten in diesem Bildschirm beeinflusst die Messung und sollte nur durch autorisierte Personen vorgenommen werden.

Hinweis: Die Einheit erfasst Daten und speichert sie zusammen mit den gewählten Parametern sofort nach einer Änderung. Speichern Sie die Einstellungen, um Änderungen dauerhaft zu speichern, Wenn Sie das Menü einfach verlassen, werden die Originaleinstellungen wieder hergestellt. Falls Sie die Zeit in diesem Bildschirm überschreiten, werden die neuen Einstellungen gespeichert, bis die Einheit ausgeschaltet wird. Wird die Einheit wieder eingeschaltet, werden die Einstellungen zu den zuletzt gespeicherten Werten zurückgesetzt.

WARNUNG: EINE ÄNDERUNG DER WERTE VERÄNDERT DAS MESSVERFAHREN UND KÖNNTE DIE GENAUIGKEIT VON MESSUNG NEGATIV BEEINFLUSSEN.

3.0 Leuchten und Anschlüsse

Abb. 3.1 Frontansicht eines freistehenden Analysators

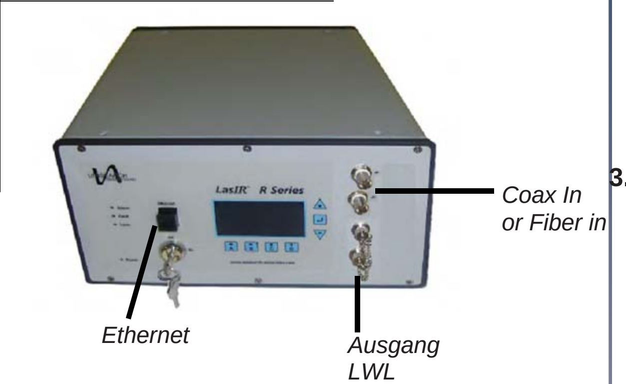


Abb. 3.2 Vorderansicht Einbau- Analysator

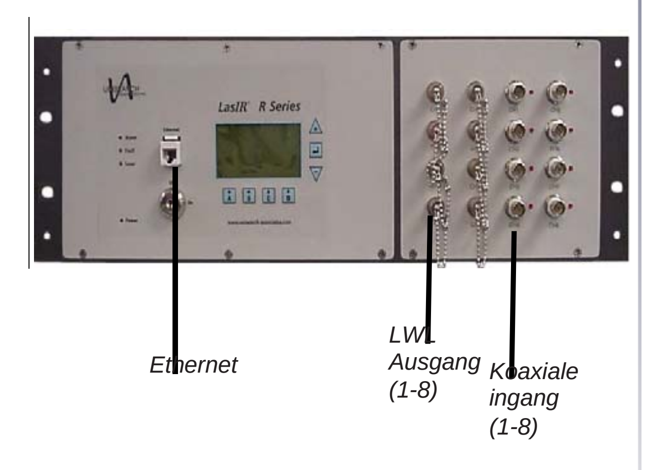
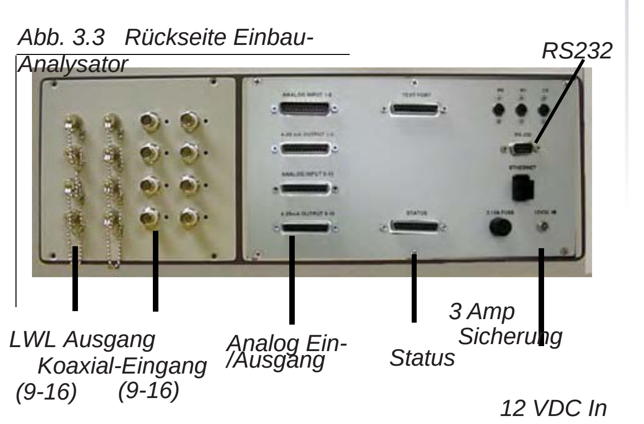


Abb. 3.3 Rückseite Einbau-Analysator



3.1 Signalleuchten

Power zeigt an, dass das Gerät eingeschaltet ist und dass die Einheit mit Strom versorgt ist.

Measure zeigt an, dass die Software in Betrieb ist.

Fault zeigt an, dass ein Fehler vorliegt. Fehler könnten sein: Laser ausgeschaltet, niedrige Leistung oder Verlust der Absorptionslinie.

Laser On zeigt an, dass der Laser eingeschaltet und betriebsbereit ist. Nach einschalten des Gerätes, startet der Laser mit einer Verzögerung von 3 Sekunden.

3.2 Anschlüsse

Key Switch Hauptschalter mit zwei Stellungen, der das Gerät ein-/ausschaltet.

Ethernet Dieser Anschluss ermöglicht den Datenaustausch mit einem internen oder externen Rechner.

Coax BNC Koaxialsteckverbinder für die Übertragung des Detektorsignals, das über ein Koaxialkabel vom externen Optikkopf an das LasIR Elektronikmodul gesendet wird. Dieses Modul enthält auch die 4-20 mA-Ausgänge für Konzentration und Signalstärke für jeden Kanal sowie 2 analoge Eingänge für jeden Kanal um eine Echtzeitkorrektur der Anlagenparameter wie Temperatur und Druck zu ermöglichen.

Fibre APC LWL-Steckverbindung für die Übertragung des Laserstrahls über einen Lichtwellenleiter an ein externes Optikkopfmodul. Bei Fiber-Return-Geräten ist die Koaxialsteckverbindung für die Rücksendung des Signals durch eine LWL-Steckverbindung ersetzt.

Fuse Eine träge 3A-Sicherung schützt die Elektronik vor externer 12V Stromquelle. Intern schützt eine flinke Sicherung auf der Hauptplatine die sensible Elektronik. Die interne Sicherung sollte nur durch qualifiziertes Personal ausgewechselt werden. Die Notwendigkeit die Sicherung zu wechseln deutet auf ein schwerwiegendes Problem hin.

3.0 Leuchten und Anschlüsse

Abb. 3.4 4-20mA Ausgänge T/D-Eingang

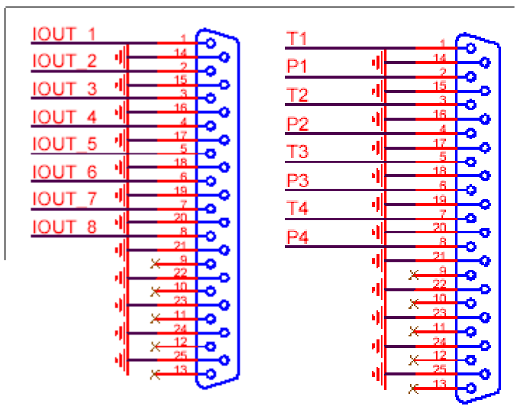


Abb. 3.5 4-20mA Ausgänge mit T/D-Eingängen

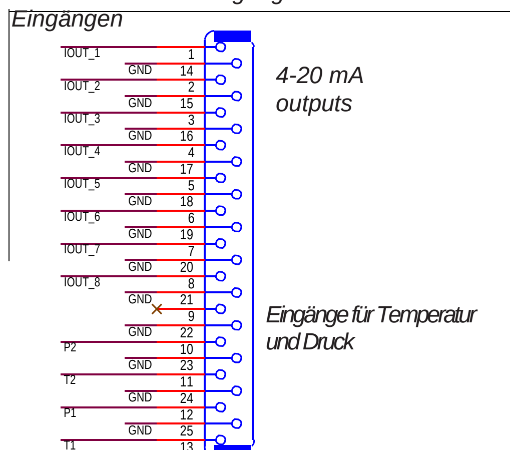


Abb. 3.6 Status und Alarm Pin Ausgänge

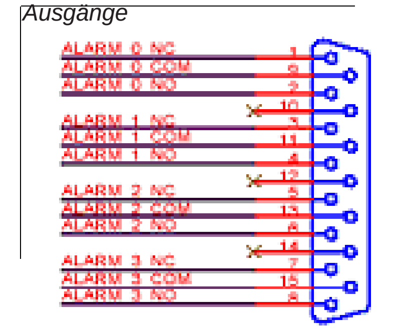


Fig. 3.7 R-Series Status Alarm Outputs

ALARM 1 NC
ALARM 1 COM
ALARM 1 NO
ALARM 2 NC
ALARM 2 COM
ALARM 2 NO
ALARM 3 NC
ALARM 3 COM
ALARM 3 NO
ALARM 4 NC
ALARM 4 COM
ALARM 4 NO
ALARM 5 NC
ALARM 5 COM
ALARM 5 NO
ALARM 6 NC
ALARM 6 COM
ALARM 6 NO

Analog Out Abb. 3.4	Eine DB25-Buchse wird für alle Analysatoren der S-Reihe für die 4-20 mA-Ausgänge für Konzentration und Strom verwendet. Die Konfiguration der Ausgänge kann durch den Nutzer bestimmt werden. In der Grundeinstellung sind sie jeweils paarweise angeordnet. So sind Stift 1 (+) und 14 (- oder Netz) Kanal 1 für Konzentration, Stift 2 (+) und 15 (- oder Netz) Strom auf Kanal 1, Stift 3 (+) und 16 (- oder Netz) sind Konzentration auf Kanal 2 und Stift 4 (+) und 17 (- oder Netz) Strom auf Kanal 2 usw.
Analog In Abb. 3.4	Eine DB25-Buchse wird für alle Analysatoren der M-Reihe für die Analogeingänge für Temperatur und Druck verwendet. Die Ausgänge können nicht durch den Nutzer bestimmt werden. Sie sind jeweils paarweise angeordnet, so dass Stift 1 (+) und 14 (- oder Netz) Temperatur auf Kanal 1 sind; Stift 2 (+) und 15 (- oder Netz) sind Druck auf Kanal 1, Stift 3 (+) und 16 (- oder Netz) sind Temperatur auf Kanal 2 und Stift 4 (+) und 17 (- oder Netz) sind Druck auf Kanal 2, usw.
Analog In/Out Abb. 3.5	Ein DB25 Buchse wird für alle Analysatoren der R-Reihe für die 4-20 mA Ausgänge für Konzentration und Strom wie oben beschrieben und für Analogeingänge für Temperatur und Druck beginnend mit Stift 9 (+) und 22 (- oder Netz) für Temperatur oder Druck auf Kanal 1, Stift 10 (+) und 23 (- oder Netz) für Temperatur oder Druck auf Kanal 2 usw. verwendet. Für die R-Serie stehen nur 4 im Werk einstellbare Eingänge, je einer pro Kanal, zur Verfügung.
STATUS Abb. 3.6	S-Reihe Diese DB15-Buchse bietet 4 Alarm und System-Verriegelungsrelais für Bedienoberflächen mit externen Geräten. Die Belegung der Stifte ist in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.
Alarm 0	Zeigt an, ob Gerät ein-/ausgeschaltet ist
Alarm 1	Zeigt an, ob der Laser ein-/ausgeschaltet ist
Alarm 2	Zeigt einen Systemfehler an – keine Signalstärke, Spitze verloren etc.
Alarm 3	Fehler in der Konzentration – obere/untere Grenze überschritten
STATUS Abb. 3.7	R-Reihe Diese DB15-Buchse bietet 6 Alarm und System-Verriegelungsrelais für Bedienoberflächen mit externen Geräten. Alarm 0 ist festverdrahtet und zeigt an, ob die Einheit ein-/ausgeschaltet ist. Alarm 1-5 können durch den Nutzer programmiert werden. Die Grundeinstellungen sind nachfolgend aufgeführt.
Alarm 0	Zeigt an, ob Gerät ein-/ausgeschaltet ist
Alarm 1	zeigt an, ob der Laser ein-/ausgeschaltet ist
Alarm 2	Zeigt einen Systemfehler an – keine Signalstärke, Spitze verloren etc.
Alarm 3	Fehler in der Konzentration – obere/untere Grenze überschritten
Alarm 4	Auditmessung läuft
Alarm 5	Hintergrundmessung läuft

Bitte beachten Sie, dass diese Relais nicht der Steuerung externer Geräte dienen. Bitte 10 VDC bzw. 1 Amp für Stromschleifen nicht überschreiten.

3. Leuchten und Anschlüsse

3.3 Durchflussüberwachungsmodul

Der Analysator misst die Konzentration direkt und muss daher nicht vor Ort kalibriert werden. Einige rechtliche Bestimmungen verlangen jedoch, dass alle Analysatoren überwacht/kalibriert werden können, indem eine bekannte Menge an Kalibriergas aufgegeben wird.

Es ist möglich, den Analysator zu kalibrieren, ohne die Geräteoptik zu verwenden, indem der Detektorausgang des Überwachungsmoduls (SMA Koaxialverbindung), der dieselben Sensorelemente verwendet wie die Optikköpfe des Gerätes, an den Analysator gekoppelt wird. Um den Analysator mit einem kurzen Verbindungs- oder Koaxialkabel zu überwachen, schließen Sie den Analysator lediglich an den Fiber IN-Eingang des externen Gerätes an. Verbinden Sie mit dem mitgelieferten Koax-Jumper Kabel die COAX-Schnittstelle des Modules und die entsprechende Schnittstelle des Analysators für denselben Kanal. In der Anzeige des Analysators wird nur das Gaslevel der Überwachungszelle erscheinen.

Abb. 3.8 Externes Durchflussüberwachungsmodul

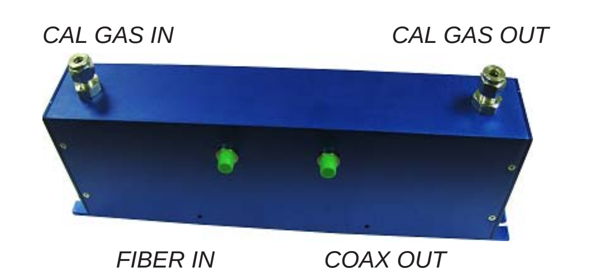


Abbildung 3.8 zeigt Gasein- und ausgänge an der oberen Abdeckung des Moduls. Der Kunde sollte lediglich für ein kontrollierten Gasfluss in 1 bis 5 Standardlitern pro Minute (SLM) am Gaseingang sorgen und den Ausgang mit einem 1/4”-Schlauch verbinden, um mögliche giftige Gaskonzentrationen in geeigneter Weise abzuleiten. Der Nutzer ist für die Bereitstellung, Lieferung und Entsorgung des Gases verantwortlich.

Die interne Durchflusszelle ist ~12 cm lang.

Der Nutzer muss unbedingt sicherstellen, dass ausreichend Zeit ist, damit sich die Konzentration des Kalibriergases nach Aufgabe in der Überwachungszelle stabilisiert. Dies kann erfolgen, indem der Anstieg des Messsignals beobachtet wird und auf die Stabilisierung des Messsignals bei einem konstanten Wert gewartet wird. Darüber hinaus muss die Überwachungszelle am Ende der Überprüfung mit Spülluft oder Stickstoff gereinigt werden, so dass für nachfolgende Messreihen kein Restgas im optischen Weg verbleibt. Dies erlaubt die korrekte Ausführung von Null- und Referenzpunktkontrollen.

3. Leuchten und Anschlüsse

3.4 RS232 String

Der RS232-Ausgang erfolgt im ASCII-Code und ist identisch mit den über die Netzwerkverbindung erfassten Daten und den acht 4-20 mA Ausgängen, die paarweise angeordnet sind, um auf jedem der aktiven Kanäle Werte für die Konzentration und die Signalstärke auszugeben.
Die Datenausgabe erfolgt nach dem Muster Datum, Zeit, Messkomponente, Kanal der Komponente, Konzentrationseinheiten, Laser, Teleskop, Konzentration, Korrelationskoeffizient, Signalstärke, Referenzspannung, Referenzsignal, Lasertemperatur, Laserstrom, Prozesstemperatur, Prozessdruck, Fehlerwert und interne Temperatur des Analysators.

Datum Internationaler Standard JJ-MM-TT
Time HH:MM:SS:MSEC
Komponente Max. 4 Zeichen, z. B. C2H2

Kanal der Komponente
Dieser Wert liegt zwischen 0 und 3 und gibt Informationen zum Fehlerstatus, die genutzt werden kann, um Daten in Tabellenblättern zu sortieren.

Einheitenangabe
Gibt Auskunft über Einheiten, in denen Konzentrationen/Mischverhältnisse gemessen werden: 0 = ppbv, 1 = ppmv, 2 = Prozent und 3 = mg/m3

Laser
Bei Geräten mit mehreren Lasern gibt dieser Parameter an, welcher Laser für die Messung verwendet wird. Bei einem Gerät mit nur einem Laser steht dieser Wert auf 0.

Teleskop
Zeigt die Messstelle oder das verwendete Teleskop für die Messung an. Kann einen ganzzahligen Wert zwischen 1 und 32 annehmen. Kann für Sortierungen von Tabellenblättern verwendet werden. Daten, die auf einem Flash-Speicher oder auf einem Host-Computer gespeichert werden, werden automatisch nach Komponente und Kanalnummer sortiert, d. h. für Ausführungen mit 4 Kanälen für 2 Komponenten gibt es acht einzelne Dateien.

Korrelationskoeffizient
Gibt Auskunft über die Zuverlässigkeit der Messung. Reale Zahlen zwischen 0,0 und 1,0. Ein Wert nahe 1 zeigt eine starke Korrelation und zuverlässige Werte an.

Signal Power
Gibt Auskunft über die Laserleistung in der Messstrecke. Reale Zahl zwischen 0,0 (keine Leistung) und 2,5 (gesättigt). Sollwert zwischen 0,2 und 2,0.

Referenzleistung
Gibt Auskunft über die Laserleistung in der internen Referenzstrecke. Reale Zahle zwischen 0,0 (keine Leistung) und 2,5 (gesättigt). Sollwert zwischen 1.0 ± 0.5.

Typischer ASCII String für 2 Komponenten, 4 Kanäle

CO	0	2	1	1	0.0001	0.0873	1.120	2.130	28.4	19.5	90.6	298	1013.0	0	34.12	0.010
CO2	1	2	1	1	8.5549	1.0000	1.460	1.350	35.5	19.5	129.5	298	1013.0	0	34.12	0.010
CO	0	2	1	2	-0.0001	-0.0757	1.120	2.130	32.9	19.5	90.7	298	1013.0	0	34.09	0.010
CO2	1	2	1	2	8.5641	1.0000	1.460	1.350	35.6	19.5	129.4	298	1013.0	0	34.09	0.010
CO	0	2	1	3	0.0001	0.0629	1.120	2.130	33.1	19.5	90.2	298	1013.0	0	34.12	0.010
CO2	1	2	1	3	8.5350	1.0000	1.460	1.350	35.5	19.5	129.4	298	1013.0	0	34.12	0.010
CO	0	2	1	4	-0.0010	-0.2686	1.120	2.130	42.0	19.5	90.7	298	1013.0	0	34.03	0.010
CO2	1	2	1	4	8.5548	1.0000	1.460	1.350	35.5	19.5	129.7	298	1013.0	0	34.03	0.010
CO	0	2	1	1	0.0001	0.1477	1.120	2.130	30.3	19.5	90.6	298	1013.0	0	34.09	0.010
CO2	1	2	1	1	8.5443	1.0000	1.460	1.350	35.5	19.5	129.5	298	1013.0	0	34.09	0.010

3. Leuchten und Anschlüsse

Referenzsignal
Wert des 64-Stepkanals, bei dem die größtmögliche Absorption für das Referenzsignal erfolgt
(Spitze). Ganzzahliger Wert, i. d. R. bei 34.

Lasertemperatur
Ganzzahliger Digitalwert der Lasertemperatureinstellung (0 – 4097). Wird für Diagnosezwecke verwendet.

Laserstrom
Ganzzahliger Digitalwert der Laserstromeinstellung (0 – 4097). Wird nur für Diagnosezwecke verwendet.

Prozesstemperatur
Temperatur des Prozessgases in Grad Kelvin. Wird verwendet, um die Daten auf STP zu korrigieren.

Prozessdruck
Druck des Prozessgases in Torr. Wird verwendet, um die Daten auf STP zu korrigieren.

Fehlerwert
Digitaler Wert, der Auskunft über den Status des Analysatorbetriebs gibt.

0 Keine Fehler. Normalbetrieb.
1 Spitze verloren – kein Referenzsignal vorhanden.
2 Prozessorfehler – Rechenfehler z. B. Division durch null.
3 Niedrige Signalstärke
4 Niedrige Referenzspannung
5 Signalsättigung – Leistung übersteigt das Sättigungslevel in mehr als der Hälfte der Zeit.
6 Systemfehler – interner Prozessor empfängt keine Daten.
7 Achtung, Konzentrationslevel überstiegen.
8 Alarm Konzentrationslevel überstiegen.

Interne Temperatur des Analysators in Grad Celsius.



Optik







4. Überblick über die Optik

4.1 In-Situ Sensoren

Diese Sensoren sind speziell für In-Situ-Messungen konzipiert und bestehen aus einem Sender und einem Empfänger und ermöglichen Messungen in einer, zwei oder mehreren Messstrecken. Die jeweils verwendete Ausführung hängt von den Rahmenbedingungen der Messung und den Anforderungen an die Sensibilität ab. Der Sender besteht aus einer Linse und einer Verbindung für den Lichtwellenleiter. Der Empfänger enthält eine Linse, einen Detektor mit Vorverstärker und Treiberelektronik für das zurückgeworfene Lichtsignal. Mithilfe des Lichtwellenleiters im Sender wird das Laserlicht in die Senderlinse gekoppelt und durchquert das Messvolumen. Die Linse im Empfänger bündelt das eingehende Laserlicht auf den Detektor, wo es in ein elektrisches Signal gewandelt wird. Dieses Signal wird verstärkt und in ein optisches Signal gewandelt, bevor es an die zentrale Steuerung zurückgeleitet wird.

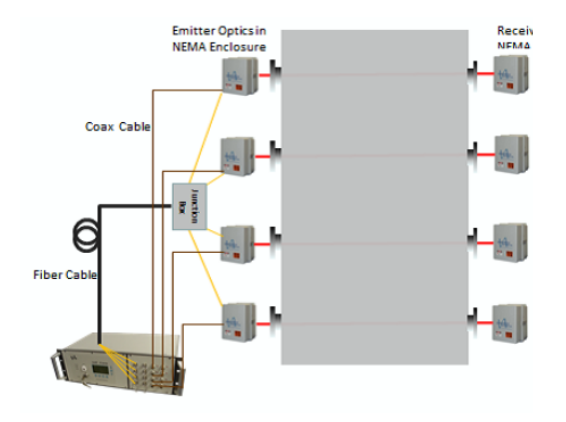
Abb. 4.1 In-Situ Sensoren



4.2 In-Situ Single Pass Optik

In der Single-Pass Ausführung wird der Laserstrahl über einen Lichtwellenleiter zur Optik geführt, der über eine APC-Stecker ‘spezielle‘, an einem x-y Kipptisch befestigten Linse gekoppelt ist. Dies ist das Starter-Element. Der Laserstrahl wird durch den Kanal gesendet und auf der anderen Seite aufgefangen. Der Strahl wird auf einen Infrarot-Detektor gebündelt, der sich im Empfangselement befindet. Der Spannungsausgang des Detektors wird mit Hilfe eines Koaxialkabels an den LasIR Analysator übertragen.

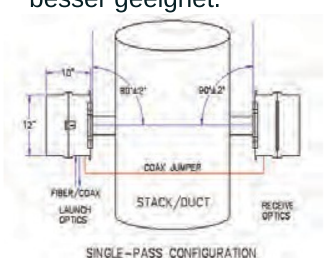
Abb. 4.2 Grundanordnung der Anschlüsse



4.3 In-Situ Dual Pass Optik

In der Dual-Pass Ausführung über eine Lichtwellenleiter, der mit einem APC-Stecker an ein speziell konstruiertes Start-/Empfangselement gekoppelt ist, zur Kanaloptik geführt. Der Laserstrahl wird durch den Abgaskanal/Kamin geleitet. Wenn er auf der gegenüberliegenden Seite auftrifft, wird er von einem Rückstrahler zurück auf den Detektor gelenkt.

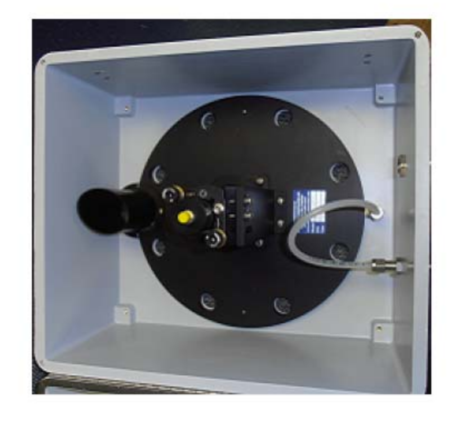
In einer Ausführung ist der Detektor beim Auslöser-Element angeordnet und das Signal wird über ein Koaxialkabel an den Analysator gesendet. In einer weiteren Ausführung wird das Licht zurück in ein LWL-Kabel gebündelt und dann an den Analysator zurückgegeben, wo ein interner Detektor das Signal für die Datenverarbeitung umwandelt. Die letztgenannte Ausführungsform eignet sich am besten für Umgebungen mit niedrigen Staubgehalten und Schwingungen, in denen es darauf ankommt, jegliche elektronischen Komponenten an der Optik zu vermeiden (d. h. Bereiche mit Explosionsgefahr). Fiber-Koax ist in normalen Anwendungen aufgrund der verbesserten Signalübertragung besser geeignet.

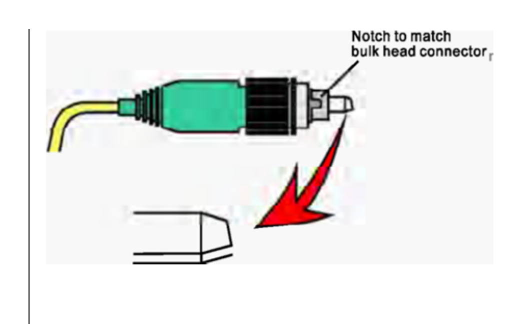


5. Einbau des optischen Sensors

Abb. 5.1 Einbauen der Optik in den NEMA Kasten







5.0 Mechanischer Einbau der Sensoren

HINWEIS: Die Erstaufstellung sollte von einem autorisierten Unisearch Mitarbeiter durchgeführt werden. Personen, die beabsichtigen, die Wartung der Sensoren zu übernehmen sollten entsprechend geschult sein.

5.1 Installationsbedingungen

Befolgen Sie die unten aufgeführten Anweisungen oder bitten Sie Unisearch um detailliertere Dokumentation.

5.2 Installation der In-Situ Optik

Single-Pass Optik

Ein Sender ist an einem Flansch installiert und ein Detektor an einem anderen, der sich auf der gegenüberliegenden Seite des Abgaskanals oder Kamins befindet. Sowohl Sender- als auch Detektoreinheit befinden sich in einem NEMA Glasfasergehäuse.

Dual-Pass Optik

Sender/Detektor sind an einem Flansch befestigt und der (die) Rückstrahler an einem anderen Flansch auf der gegenüberliegenden Seite des Abgaskanals oder Kamins. Sender/
Empfänger befinden sich in einem NEMA Glasfasergehäuse, der Rückstrahler in einem kleineren Aluminiumgehäuse gemäß NEMA Qualitätsanforderungen.

1. Einbau der optischen Komponenten in ein NEMA Gehäuse.

Die Flanschverbindungen sind bereits in einem NEMA Gehäuse eingebaut. Die optische Baugruppe ist mit 4 Schrauben von außen an das NEMA4x-Gehäuse befestigt. Durch Lösen der 4 Schrauben kann die Flanschverbindung aus dem Gehäuse entfernt werden.

2. Befestigen des NEMA Gehäuses mit der optischen Baugruppe am Flansch

Fügen Sie die Dichtung zwischen dem NEMA Gehäuse und dem Flansch des Kanals ein. Heben Sie das NEMA4x Gehäuse mit der Optik und platzieren Sie es bündig über dem Flansch, Bolzen durch den Flansch des Kamins/Abgaskanals schieben, Muttern befestigen und festziehen. Abbildung 5.1 zeigt die NEMA-Gehäuse. Sie können einen Rückstrahler anbringen, indem Sie einfach die Rückstrahlerflanscheinheit mit Bolzen am Kanalflansch befestigen. Dabei die Dichtung zwischen den Flanschen nicht vergessen (siehe Abb. 2.3). Während der Montage muss das Gehäuse nicht geöffnet werden.

3. Verbinden der Signalkabel

Führen Sie LWL- und/oder Koaxialkabel durch die Zugänge an der Unterseite des NEMA4-Gehäuses für den optischen Sender - Sender/ Detektor. Geeignete Kabel und Kabelschellen aus Gummi werden mitgeliefert, so dass die Zugänge abgeschlossen werden können, indem das Dichtprofil nach Einlegen der Kabel vorsichtig befestigt wird. Verbinden Sie das LWL-Kabel mit dem optischen Kollimators, stellen Sie sicher, dass die Nut in die Schottverbindung passt und für Sender/Detektor-Ausführungen, dass das Koaxialkabel entsprechen dem optischen Detektor oder dem Vorverstärker (falls verwendet) gewählt wird. In der Fiber-Fiber-Ausführung teilt ein Strahlteller im Innern des NEMA-Gehäuses das zurück gesendete Signal, dass dann über getrenntes LWL-Kabel zum Analysator geleitet wird.
Für die Single-Pass Optik dient ein Jumper-Koaxialkabel, um den Detektor mit der Senderseite zu verbinden. Verbinden Sie das Jumper-Kabel mit dem Return-Koax; verwenden Sie die mitgelieferte Einheit für den Vorverstärker, falls einer eingesetzt wird. Diese Ausführung vereinfacht die Ausrichtung.

4. Luftspülung

Falls Luftspülung erfolgt, führen Sie den Schlauch durch den Kanal in den unteren Ecken des NEMA4-Gehäuses. Bringen Sie den Luftspülschlauch an der Luftspülverbindung des optischen Flansches an.

5. Ausrichten der Sensoren

Nach Abschluss des Einbaus sowie der Verbindung aller Kabel müssen die Sensoren ausgerichtet werden. Eine detaillierte Anleitung zum Ausrichtungsverfahren der optischen Bestandteile finden Sie in Abschnitt 6.

6. Standard Reihe Optische Ausrichtung

Abb. 6.1 Ausrichtungswerkzeuge



LAS-UFL-2000-OZ *LAS- AU-20*

Abb. 6.2 Single-Pass Detektor

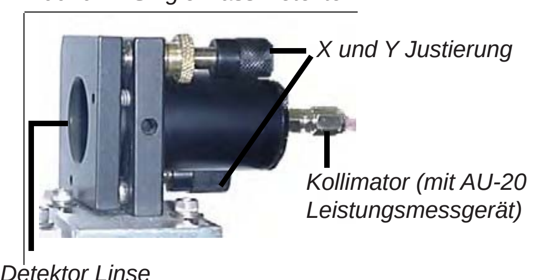
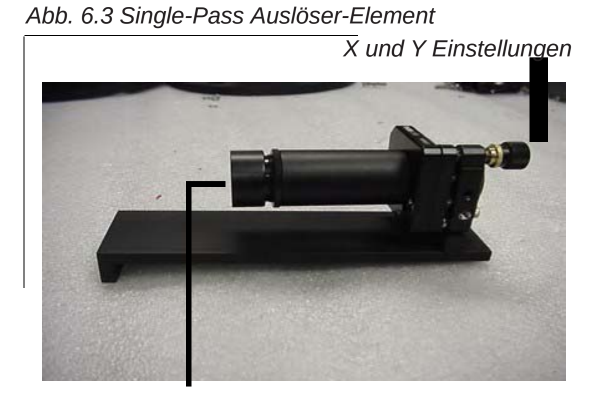


Abb. 6.3 Single-Pass Auslöser-Element



6.0 Standard Reihe – Optische Ausrichtung

Die Ausrichtung der optischen Sensoren ist entscheidend für den korrekten Betrieb und sollte nur von Unisearch-Mitarbeitern oder autorisiertem Personal, das entsprechend geschult ist, durchgeführt werden.

6.1 Ausrichtungswerkzeuge

IR sensible Karte für punktgenaue Erkennung, Ausrichtungsmodul mit sichtbarer Diode

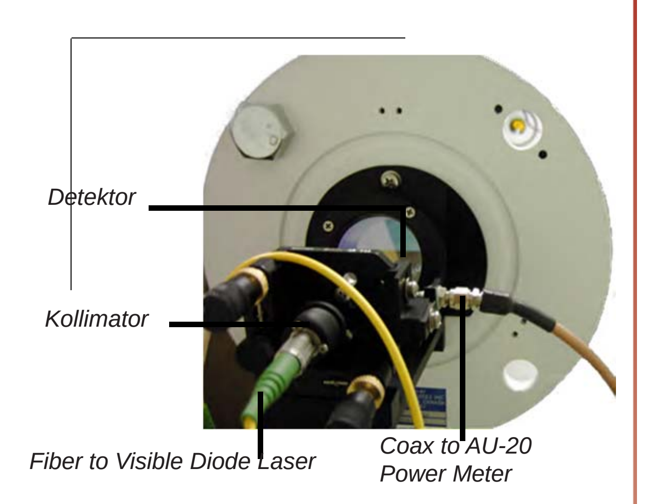
LAS-UFL-2000-OZ und Leistungsmesseinheit AU-20 (oder AU-2X Reihe geeignet für den bestimmten Laser, 3/8 Gabelschlüssel für SMA Verbindungen.

Alle optischen Sensoren verfügen über einen Ausrichtungsmechanismus, bestehend aus einem Kollimator der die Größe des Strahls anpasst und zwei unabhängigen Drehsteuerungen für die horizontale und vertikale Ausrichtung.

6.2 In-Situ, optische Ausrichtung , Single-Pass

1. Verbinden Sie den Detektor mit dem Leistungsmessgerät AU-20 (oder der AU-2X Reihe) und das Kollimatorelement mit dem sichtbaren Diodenlaser UFL-2000-OZ (Abb. 6.1).
2. Lösen Sie die feststellenden Rändelschrauben auf den Einstellschrauben
3. Sehen Sie durch das Fenster am oberen Ende der Justiervorrichtung
4. Maximieren Sie das sichtbare Licht, das im Fenster auf der gegenüberliegenden Seite des Kanals auftrifft, mit der X und Y Zielvorrichtung. Das Licht sollte einen Kreis über dem Detektorfenster bilden. Außerdem sollte der Strahl größer sein als das Fenster, um mögliche Bewegungen aufgrund von Schwingungen auszugleichen. Wenn nötig, justieren Sie die Kollimatorlinse, um dies zu erreichen. ANMERKUNG: Der sichtbare Strahl und der Infrarotstrahl haben unterschiedliche Öffnungswinkel. Daher könnte es erforderlich sein, die Kollimation neu zu justieren, wenn der Infrarotstrahl ausgerichtet wird.
5. Verbinden Sie das LWL-Kabel des Analysators erneut. Stellen Sie sicher, dass der Analysator eingeschaltet ist und Sie ein Signal durch das LWL-Kabel empfangen
6. Verwenden Sie das Leistungsmessgerät zum Auslesen des zurück gesendeten Signals. Justieren Sie die X-Y-Vorrichtung, so, dass die Leistung maximiert wird. Wenn die Leistung zu hoch oder zu niedrig ist, muss der Strahl mithilfe des Kollimators gebündelt oder gestreut werden. Stellen Sie den Kollimator so ein, dass sie die gewünschte Signalstärke erhalten.
7. Vergleichen Sie den zurückgegebenen Wert mit der Einspeiseleistung (fiber). Diese sollte für eine größtmögliche Stabilität zwischen 1 % und 20 % liegen, je nach Staubbeladung. Für höhere oder niedrigere Werte wiederholen Sie Schritt 6.
8. Sobald Sie die optimale Signalleistung erhalten – abhängig von Stabilitätserwägungen (großer Strahl) und Erfordernissen an die Signalleistung (stärkere Bündelung für gute Signalleistung) – ziehen Sie die feststellenden Rändelschrauben fest und verbinden Sie das Koaxial-Kabel über den Koax-Anschluss wieder dem Analysator.

6. Standard Reihe optische Ausrichtung



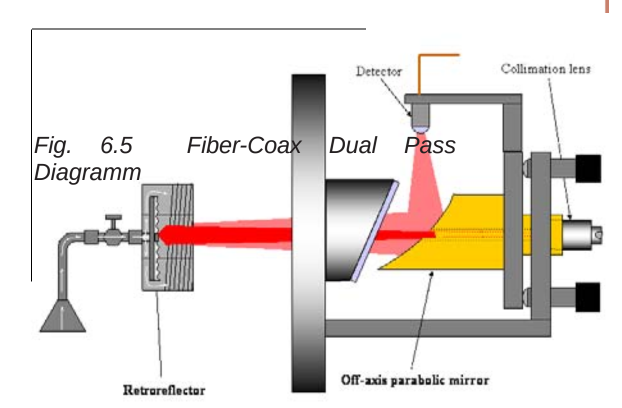


Fig. 6.5 Fiber-Coax Dual Pass Diagramm

6.3 In-Situ, optische Ausrichtung Dual-Pass

Fiber-Coax

Für die Fibre-Coax Dual-Pass Optik verlässt das Laserlicht das Teleskop mit einem Durchmesser von ~ 5 mm und wird von einem Rückstrahler zurückgeworfen. Der zurück geworfene Strahl wird von einem OAP wieder auf den Detektor zurück gebündelt, der sich auf der oberen Platte der optischen Einheit befindet.

1. Verbinden Sie den Detektor mit dem Leistungsmessgerät AU-20 und das Kollimatorelement mit dem sichtbaren Diodenlaser UFL-2000-OZ.
2. Lösen Sie die feststellenden Rändelschrauben auf den Einstellschrauben.
3. Sehen Sie durch das Fenster am oberen Ende der Justiervorrichtung Maximieren Sie das sichtbare Licht, das im Fenster auf der gegenüberliegenden Seite des Kanals auftrifft, mit der X und Y Zielvorrichtung. Das Licht sollte einen Kreis über dem Detektorfenster bilden. Außerdem sollte der Strahl größer sein als das Fenster, um mögliche Bewegungen aufgrund von Schwingungen auszugleichen. Wenn nötig, justieren Sie die Kollimatorlinse, um dies zu erreichen.
4. Verbinden Sie das Kabel vom Analysator an die Stelle des sichtbaren Diodenlaser Kabels. Stellen Sie sicher, dass ausreichende Laserstrahlung aus dem Leiter kommt (mit dem AU-20).
5. Justieren Sie die X-Y-Vorrichtung, um das zurück gegebene Signal, das mit dem Leistungsmessgerät AU-20 gemessen wird, zu maximieren. Wenn die Leistung zu hoch oder zu niedrig ist, muss der Strahl mithilfe des Kollimators gebündelt oder gestreut werden.
   Wenn Sie den Fokus einstellen, ändert sich die Richtung des Strahls.
   Daher ist es erforderlich, die X-Y-Einstellschrauben zu justieren, um den Strahl neu auszurichten. Dies ist ein Kompromiss zwischen Größe des Strahls (Stabilität) und der zurück gegebenen Leistung, die den Fokus des Strahls vorgibt.
6. Verbinden Sie das Koaxialkabel wieder mit dem Analysator anstelle des AU-20.

ANMERKUNG: Der Detektor ist auf einer Gleitplatte mit zwei Befestigungsschrauben montiert, die die korrekte Ausrichtung mit dem 90° OAP erleichtert. Während der ersten Ausrichtung kann es vorkommen, dass der Detektor justiert werden muss, um ein Signal zu empfangen. Nach der ersten Ausrichtung sollte eine weitere Justierung nicht erforderlich sen.

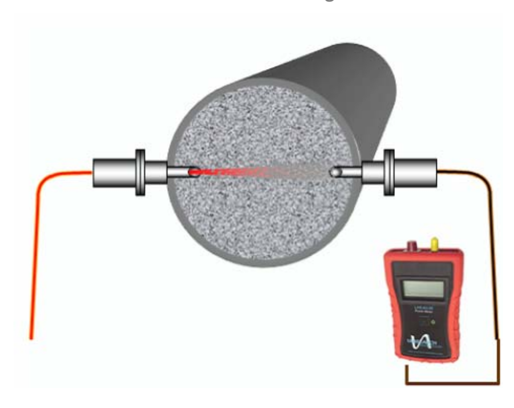
HINWEIS: Stellen Sie sicher, dass alle LWL- und Koaxialkabel wieder richtig verbunden werden.

HINWEIS: Nur Personal, das für den Einbau geschult ist, sollte die Erlaubnis haben, die Ausrichtung zu justieren. Änderungen an der Ausrichtung der Sensoren haben können die Messung beeinflussen.

HINWEIS: Die Stabilität der Sensorausrichtung hängt von der Stabilität der Konstruktion ab, an der der Flansch des Kunden befestigt ist. Ist die Wand Verbrennungsanlage oder des Rauchkanals Bewegungen z. B. aufgrund von Temperaturänderungen oder Schwingungen ausgesetzt, kann es vorkommen, dass die Sensoren im Rahmen regelmäßiger Wartungsarbeiten gelegentlich neu ausgerichtet werden müssen.

6. Standard Reihe Optische Ausrichtung

Abb. 6.6 Kleinere Justierungen

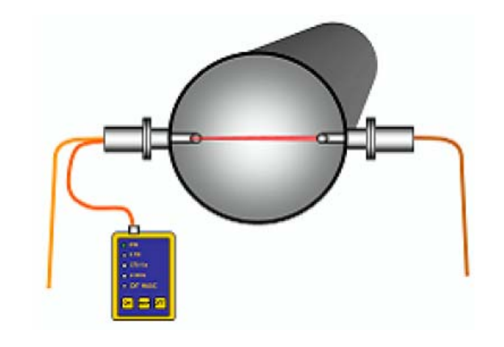


Kleinere Justierungen

Wahrscheinlichster Grund für falsche Ausrichtung liegen in der Temperatur oder Schwingung, die die Zielausrichtung des Auslöser-Elements beeinflussen.

1. Trennen Sie den Analysator-Koax vom Detektoranschlussteil auf dem Teleskopflansch. Schließen Sie eine Koaxialkabelverlängerung zwischen dem Detektoranschlussteil auf dem Teleskopflansch und dem Leistungsmessgerät AU-20 (oder AU-2X). Das Leistungsmessgerät sollte in der Nähe des Auslöser-Element-Flansches platziert sein, damit es während der Justierung leicht ausgelesen werden kann.
2. Vorsicht: Verbindungsstücke in der Abdeckung nicht abziehen. Lösen Sie die Muttern der Einstellschrauben der kinematischen Halterung. Justieren Sie langsam abwechselnd die kinematische Halterung, um die Leistung zu maximieren. Ist das Teleskop richtig ausgerichtet, wird eine kleine Bewegung der Bolzen die Leistungsmessung nicht beeinflussen. Stellen Sie die Einstellschrauben wieder fest (aber nicht zu fest), so dass die maximale Leistung gehalten wird.
3. Sobald die Maximalleistung erreicht ist, decken Sie das Auslöser-Element wieder ab.
   Verbinden Sie den Detektor wieder mit dem Analysator Koaxialkabel und setzen Sie die Teleskopabdeckung wieder ein.

Abb. 6.7 Größere Justierungen



Größere Justierungen

Falls eine vollständige Neuausrichtung erforderlich ist:

1. Trennen Sie das LWL-Kabel vom Analysator an Auslöse-Kopf-Verbindung und verbinden Sie die sichtbare Laserquelle UFL-2000-OZ mit der Fiber-Schottverbindung. Entfernen Sie die Abdeckung von der Auslöseeinheit. Lösen Sie die Muttern und justieren Sie die Positionierung während Sie gleichzeitig durch die Sichtöffnung des XY-Positionierungselements sehen. Justieren Sie die Positionierungsschrauben so, dass das Licht, das von der der Detektoreinheit zurück geworfen wird, maximiert wird.
2. Sollte dies bei Verwendung einer Single-Pass Optik nicht genügen, kann ein Rückstrahlerelement an der Detektorseite befestigt werden, um das korrekt reflektierte Licht zu sehen. Dies wird erreicht, indem die Detektoreinheit entfernt wird und ein Rückstrahler über der Fensteröffnung platziert wird. Sobald das zurück gegebene Licht am hellsten ist, entfernen Sie den Rückstrahler vom Teleskopflansch und setzen Sie die Teleskopeinheit wieder ein. Beachten Sie, dass die Position des Strahls in Bezug auf das Teleskoprohr mittig sein sollte. Justieren Sie hierzu die 6-eckigen Zylinderkopfschrauben der kinematischen Halterung. Zum Ausrichten kann ein weißes, kariertes Papier oder eine Platte mit einem kleinen Loch (2-3 mm) darin dienen.
3. Wenn nach bester eigener Einschätzung alles mittig ausgerichtet ist, bringen Sie die Detektoreinheit wieder an und verbinden Sie das LWL-Kabel des Analysators. Maximieren Sie die Leistung wie oben unter „Kleinere Justierungen“ beschrieben.

7. Reinigung der optischen Fenster

Abb.. 7.0 Reinigung der optischen Fenster



Abb. 6.1 Entfernen des optischen Fensters



7.0 Reinigen der optischen Fenster

In-Situ Optik

1. Schrauben Sie das Fenster vom optischen Flansch ab.

2. Entfernen Sie Asche und andere Rückstände vollständig.

3. Klebrige Gase wie HF hinterlassen häufig einen Film. Wischen Sie mit einem weichen Tuch Dreck oder Ablagerungen ab.

4. Sollten die Fenster eine intensivere Reinigung benötigen, können Sie auf der Innen- und Außenseite des Fensters auch Isopropyl Alkohol für die Reinigung der Oberflächen verwenden. Füllen Sie einige Tropfen ein und wischen Sie die Fläche mit einem sauberen, trockenen Tuch ab.

HINWEIS: Wenn der Druck im Kanal höher oder deutliche niedriger als der Umgebungsdruck ist, ist ein Isolierungsventil zwischen Fenster und Kamin erforderlich. Anderenfalls kann das Fenster nicht sicher entfernt werden.

.

PROBLEMBEHEBUNG

8.0 Problembehebung

Dieser Abschnitt soll dem Nutzer helfen, mögliche Probleme mit dem Gerät zu beheben. Sollte ein Problem hier nicht abdeckt oder durch vorgeschlagene Maßnahmen nicht behoben werden können, setzen Sie sich bitte mit dem Hersteller in Verbindung. Das Gerät ist modular aufgebaut, um Reparaturarbeiten zu erleichtern und es dem Kunden zu ermöglichen, Ersatzteile einzubauen, vorausgesetzt, dass dies von einem ausgebildeten Elektrotechniker vorgenommen wird. Unisearch übernimmt keine Garantie für vom Nutzer vorgenommene Korrekturen, bitte beachten Sie daher die Folgen solcher Reparaturmaßnahmen.

8.1 Fehler und Lösungsmöglichkeiten

PROBLEM	MÖGLICHE URSACHE UND/ODER BEHEBUNG
Kein Strom.	Stellen Sie sicher, dass die Stromversorgung auf der Rückseite des Geräts ordnungsgemäß angeschlossen ist und ein 120 oder 240 VAC Ausgang verwendet wird. Überprüfen Sie Spannung und Ausgang. Überprüfen Sie die Sicherung. Wenn Sie feststellen, dass Strom auf der Rückseite des Gerätes angeschlossen ist und die Sicherung funktioniert, ist vermutlich die interne Sicherung durchgebrannt. Dies deutet auf ein ernst zu nehmendes Problem hin. Bitte setzen Sie sich für die Reparatur mit Unisearch in Verbindung.
Kein Lasersignal	Stellen Sie sicher, dass der Laser eingeschaltet ist (I und T Werte sind korrekt). Überprüfen Sie die Leistungsstärke auf dem Referenzkanal Überprüfen Sie die Intensitätseinstellungen.
Kein Referenzsignal	Stellen Sie sicher, dass der Laser eingeschaltet ist (I und T Werte sind korrekt). Überprüfen Sie die Leistungsstärke auf dem Referenzkanal Überprüfen Sie die Intensitätseinstellungen.
Kein Signal	
Signal schwankt	Überprüfen Sie die Ausrichtung (Langzeitveränderungen) Überprüfen Sie ob sich Stromstärke und Verstärkungseinstellungen verändert haben. (Kurzzeitveränderung)
Leistung aber kein Signal	Überprüfen Sie die Lasertemperatur und aktuellen Einstellung – Falls nötig wieder herstellen oder Referenz (Gerät aus- und wieder einschalten). Überprüfen Sie die optische Wegstrecke auf Staub auf Fenstern/Spiegeln – Reinigen
Niedrige Leistung	Das Signal an den Analysator liegt unterhalb eines für korrekte Messungen geeigneten Wertes – Überprüfen Sie, ob die Fenster sauber sind und sich die Ausrichtung verändert hat.